



**Universidade de Lisboa
Faculdade de Motricidade Humana**



**Efeitos Imediatos da Ortótese Dinâmica
na Marcha da Criança com Paralisia Cerebral Espástica Unilateral**

Maria Elisabete Gomes da Silva Martins

Orientadores:

Prof^a Doutora Rita Cordovil Matos

Prof. Doutor Raul Alexandre Nunes da Silva Oliveira

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de Doutor em Motricidade Humana, na especialidade em Comportamento Motor

2018



Universidade de Lisboa
Faculdade de Motricidade Humana



**Efeitos Imediatos da Ortótese Dinâmica
na Marcha da Criança com Paralisia Cerebral Espástica Unilateral**

Maria Elisabete Gomes da Silva Martins

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de Doutor em Motricidade Humana, na especialidade em Comportamento Motor

Presidente:

Doutor Francisco José Bessone Alves

Professor Catedrático e Presidente do Conselho Científico
Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa

Vogais:

Doutora Maria Olga Fernandes Vasconcelos

Professora Associada
Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

Doutora Ana Sofia Pedrosa Gomes dos Santos

Professora Auxiliar
Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa

Doutora Rita Cordovil Matos

Professora Auxiliar
Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa

Doutor Gonçalo Laima Vilhena de Mendonça

Professor Auxiliar
Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa

Doutora Maria do Carmo Jardim Pereira do Vale Henriques

Assistente Convidada (Aposentada)
Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa

Doutora Dália Maria dos Santos Nogueira

Professora Adjunto
Escola Superior de Saúde do Alcoitão

2018

Os estudos da presente dissertação que investigam os efeitos imediatos da ortótese dinâmica *TheraSuit* em crianças com Paralisia Cerebral espástica unilateral, tiveram suporte financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/DTPDES/6776/2014).



Agradecimentos

Um estudo desta natureza e desta dimensão só é possível com o contributo, apoio e disponibilidade de vários profissionais, amigos e colegas que de uma forma sempre positiva e construtiva souberam dar os melhores conselhos, incentivo e soluções no sentido da sua concretização.

- Às crianças, pais e família que constituem a principal fonte motivadora e que sem eles não seria possível a presente investigação.
- À minha orientadora Prof. Doutora Rita Cordovil, um Bem-Haja por tudo, pelo excelente ser humano que é, por todo o esforço, dedicação e entusiasmo dedicados no acompanhamento e produção desta tese.
- Ao meu co-orientador Prof^ª. Doutor Raul Oliveira, muito obrigado pela amizade e apoio constante, sempre.
- Ao Serviço de Pediatria e Desenvolvimento e à Equipa do Laboratório de Marcha do Centro de Medicina Física e Reabilitação do Alcoitão, em especial à Dra. Isabel Batalha, Dr. Jorge Jacinto, e às Fisioterapeutas Emília Farinha, Inês Vieira e Sandra Silva pela ajuda no recrutamento das crianças. Ao Engenheiro Tiago Robalo e ao Miguel Montez pela colaboração na recolha e tratamento dos dados.
- A todos os colegas e amigos que me foram acompanhando ao longo deste percurso, sempre disponíveis para discutir ideias e dar sugestões. Um agradecimento especial, à Joana Pinho pela sua colaboração e troca de experiências na recolha de dados.
- Ao Prof. Dr. João Vaz pela preciosa ajuda nas tomadas de decisão e à Prof^ª. Dra. Ana Diniz e à Prof^ª Claudia Silva pela colaboração no tratamento estatístico.
- Ao meus amigos e colegas Tiago Freitas e Hugo Santos pelas discussões produtivas e encorajamento constante.
- Aos alunos da Escola Superior de Saúde do Alcoitão que colaboraram nas avaliações das crianças e na recolha de dados, Beatriz Lopes, Rita Neto, Ana Almeida, Joana Margarida, Inês Oliveira e Nídia Farinha.
- Ao meu companheiro de vida e a todos os meus amigos, pela ajuda e compreensão nos momentos bons e menos bons, que marcaram esta longa caminhada...um Bem-Haja por tudo.

Resumo

O presente trabalho aborda alguns aspetos relacionados com o recurso à tecnologia assistida, designadamente à ortótese dinâmica, *Therasuit (TS)*, como meio facilitador da marcha em crianças com Paralisia Cerebral espástica unilateral (PCE-U), e avalia a sua possível inclusão em programas de (re)habilitação. Um dos maiores objetivos da intervenção terapêutica em crianças com PCE-U, prende-se com a melhoria dos desvios no padrão de marcha, resultantes dos défices motores, alterações do tónus e assimetria corporal presentes no hemicorpo contralateral ao hemisfério cerebral afetado. *O TS* consiste numa ortótese dinâmica (OD) macia, composta por vários constituintes, que se interligam entre si através de bandas elásticas, colocados topograficamente, em função das necessidades particulares de cada criança. Apesar do *Suit Therapy (ST)* ser referida como uma das abordagens terapêuticas em crianças com Paralisia Cerebral (PC), a evidência sobre a sua efetividade ainda é inconclusiva. Neste contexto, realizou-se um primeiro estudo que consistiu numa revisão sistemática de literatura com meta-análise, que analisou a efetividade do ST na funcionalidade de crianças e jovens com PC. Os resultados obtidos nos 4 estudos RCTs incluídos, revelaram uma magnitude de efeito pequena na função motora global das crianças com PC, tanto no pós-tratamento como no *follow-up*, que reportou para a necessidade de futuros estudos que permitam fundamentar a inclusão desta abordagem em programas de (re)habilitação em crianças e adolescentes com PC. Os outros dois estudos, investigaram os efeitos imediatos da ortótese dinâmica TS no padrão de marcha de crianças com PCE-U. Os resultados obtidos não mostraram diferenças significativas nos parâmetros espaciais e temporais da marcha entre a condição *baseline* (BL) e a condição TS e, os valores de *Z*, demonstraram dimensões de efeito pequenas ($r \geq 0.10$), em todas as variáveis analisadas. Quanto ao índice de simetria, que expressa a relação entre o membro inferior parético (MIP) e o membro inferior não parético (MINP), o uso do TS não revelou melhorias significativas e, os valores de *Z* demonstraram magnitudes de efeito moderadas ($r \geq 0.30$) na duração percentual da fase de apoio e do duplo apoio. Para as restantes variáveis, observaram-se magnitudes de efeito pequenas. Contudo, relativamente às variáveis angulares das articulações dos membros inferiores (MIs) no plano sagital, foram encontradas diferenças significativas para a maioria das variáveis da articulação da anca de ambos os MIs, durante a maior parte do ciclo de marcha (CM), e para todas as variáveis da articulação da tibiotársica do MIP e, os valores de *Z*, também revelaram magnitudes de efeito grandes ($r \geq 0.50$) para estas variáveis. Na articulação do joelho apenas foram encontradas diferenças significativas e magnitudes de efeito grandes no valor máximo de flexão durante a fase oscilante no MIP e, nas amplitudes de movimento durante o ciclo de marcha em ambos os MIs. Em síntese, apesar das limitações inerentes a um estudo desta natureza, o uso do TS sugere algum potencial na modificação dos padrões atípicos exibidos pelas crianças na condição BL e na promoção de novos padrões de marcha em crianças com PCE-U, com particular relevo para os deslocamentos angulares nas articulações da anca de ambos os MIs e na tibiotársica do MIP, no plano sagital. Contudo, são necessários mais estudos na mesma linha de investigação, que permitam comprovar os resultados da presente investigação no que concerne à inclusão desta OD nos programas de (re)habilitação em crianças com este subtipo de PC.

Palavras-chave: *suitherapy*; ortótese dinâmica, hemiparesia espástica; paralisia cerebral, funcionalidade; análise da marcha.

Abstract

The present work addresses some aspects of the use of assisted technology, namely the Therasuit (TS) dynamic orthosis, as a facilitator of gait in children with unilateral spastic Cerebral Palsy (US-CP), analyzing its possible inclusion in (re)habilitation programs. One of the main objectives of the therapeutic intervention in children with US-CP, is the improvement of the gait pattern deviations, which result from motor deficits, increased muscle tone and body asymmetry in the contralateral side of the injured cerebral hemisphere. The TS is a soft dynamic orthosis (DO) composed of several parts, linked to each other through elastic bands placed topographically, according to the functional needs of each child. Although Suit Therapy (ST) has been referred to as one of the therapeutic approaches in children with Cerebral Palsy (PC), the evidence of its effectiveness is still inconclusive. A first study consisted of a systematic review with meta-analysis on the effectiveness of ST in the functionality of children and teenagers with CP. The results obtained in the 4 included RCTs showed small, pooled effect sizes for gross motor function of the children with CP, both at the post-treatment and in the follow-up, which recommend the need of future studies to support the inclusion of this approach in (re)habilitation programs in children and adolescents with PC. The other two studies investigated the immediate effects of TS dynamic orthosis in the walking pattern of children with PCE-U. The results did not suggest significant differences in the spatial and temporal gait parameters between the baseline condition (BL) and the TS condition, and the Z-values showed small effect sizes ($r \geq 0.10$) in all variables analyzed. Regarding the symmetry index, which expresses the relationship between the paretic lower limb (PLL) and the non-paretic lower limb (NPLL), the use of the TS did not result in significant improvements, even though the Z-values showed moderate effect sizes ($r \geq 0.30$) in the percentage of duration of the stance phase and double support. For the remaining variables, small effect sizes were observed. However, for the angular variables of the lower limb joints (LLs) in the sagittal plane, significant differences were found for most variables of the hip joints in both LLs, during the gait cycle (GC), and for all the variables analysed in the PLL. The Z-values also showed large effect sizes in these variables ($r \geq 0.50$). In the knee joint were found only significant differences and large magnitude of effect in the maximal flexion during the swing phase in the PLL and in the amplitudes of movement in both MIs during the whole gait cycle. In conclusion, despite the limitations, the use of TS suggests some potential for modifying the atypical patterns exhibited in the BL condition, and promotion new gait patterns in children with US-CP, with particular emphasis on angular displacements at the hip joints in both LLs and at the ankle joint in the PLL in the sagittal plane, during the whole gait cycle. However, further studies are needed to prove the results of the present investigation, regarding the inclusion of this DO in the (re)habilitation programs of children with this CP subtype.

Keywords: suitherapy; dynamic orthosis, spastic hemiparetic; cerebral palsy, functioning; gait analysis

Índice de Abreviaturas

AS *Adelisuit*

AST *Adelisuit therapy*

BE *Bandas Elásticas*

BFMF *Bimanual Fine Motor Function Scale*

BL *Baseline*

BTX *Toxina Botulínica*

CENTRAL *Cochrane Central Register of Controlled Trials*

CI *Contato inicial*

CFCS *Communication Function Classification System*

CIF CJ *Classificação Internacional da Funcionalidade da Saúde para Crianças e Jovens*

CIMT *Constraint Induced Modified Therapy (CIMT)*

CM *Ciclo de marcha*

CMRA *Centro de Medicina de Reabilitação do Alcoitão*

DT *Desenvolvimento Típico*

EAM *Escala de Ashworth Moificada*

EDACS *Eating and Drinking Ability Classification System*

EEP *Escala de Equilíbrio Pediátrica*

EMG *Eletromiografia*

FA *Fase de Apoio*

FO *Fase Oscilante*

FT *Fisioterapeuta*

GMFM *Gross Motor Function Measure*

GMFCS *Gross Motor Function Classification System*

IS *Índice simetria*

MACS *Manual Ability Classification System*

MAST *Modified Adeli Suit Therapy*

MI *Membro Inferior*

MIP *Membro inferior parético*

MINP *Membro inferior não parético*

OD *Ortótese Dinâmica*

PC Paralisia Cerebral

PCE Paralisia Espástica

PCE-U Paralisia cerebral espástica unilateral

PEDI Pediatric Evaluation of Disability Inventory

PEDro *Physiotherapy Evidence Database*

PRISMA *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

PVNPC Programa de Vigilância Nacional da Paralisia Cerebral

RCT *Randomized controlled trial*

SCPE *Surveillance of Cerebral Palsy in Europe*

ST *Suithery*

TND Tratamento do Neurodesenvolvimento

TS *Therasuit*

VET Variáveis Espaço-Temporais

VSS *Viking Speech Scale*

Índice Geral

Agradecimentos	i
Resumo.....	iii
Abstract	v
Índice de Abreviaturas	vii
Índice Geral	ix
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas.....	xvii
CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Introdução Geral	1
1.2. Relevância do estudo	2
1.3. Objetivos do estudo	3
1.3.1. Objetivos Gerais:	3
1.3.2. Objetivos específicos:.....	3
1.4. Estrutura da Tese	4
1.5. Publicações e Comunicações.....	5
1.6. Referências	7
CAPITULO II. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. Paralisia Cerebral.....	9
2.1.1. Definição	9
2.1.2. Prevalência	9
2.1.3. Classificação e Caracterização	10
2.1.4. Défices Associados e comorbilidades.....	12
2.1.5. Diagnóstico Médico.....	13
2.1.6. Perfil Funcional.....	13
2.1.7. Prognóstico Funcional	14
2.2. Marcha Humana.....	15
2.2.1. Definição Conceptual	15
2.2.2. Fases do Ciclo de Marcha	16
2.2.3. Marcha na Criança com Desenvolvimento Típico.....	19
2.2.4. Marcha na Criança com Paralisia Cerebral.....	21
2.3. Intervenção	24
2.3.1. Tecnologia Assistida e Produtos de Apoio	24
2.3.2. Abordagens Terapêuticas.....	25

2.4. Referências	28
CAPÍTULO III. Eficácia do SuitTherapy na funcionalidade da criança e do adolescente com Paralisia Cerebral - Revisão Sistemática com Meta-Análise	37
3.1. Resumo.....	37
3.2. Metodologia	37
3.2.1. Métodos de Pesquisa de Identificação dos Estudos	38
3.2.2. Critérios de seleção	38
3.2.3. Período de recuo na publicação.....	39
3.2.4. Idioma da Publicação	39
3.2.5. Gestão dos dados	39
3.2.6. Seleção dos Estudos.....	39
3.2.7. Extração dos Dados	40
3.2.8. Avaliação da qualidade metodológica dos estudos	40
3.2.9. Análise Estatística.....	41
3.3. Resultados	43
3.3.1. Estudos selecionados	43
3.3.2. Características dos estudos incluídos	43
3.3.3. Amostra	43
3.3.4. Medidas de resultados.....	43
3.3.5. Descrição dos estudos.....	45
3.3.6. Nível de Qualidade metodológica dos estudos.....	50
3.3.7. Meta-análise da intervenção dos estudos	51
3.4. Discussão	52
3.4.1. Considerações metodológicas.....	52
3.4.2. Considerações Terapêuticas.....	55
3.4.2. Recomendações para a prática clínica	57
3.4.3. Implicações para pesquisas futuras	58
3.5. Conclusão	59
3.6. Publicação	60
3.7. Referências.....	61
CAPÍTULO IV. Metodologia Geral	65
4.1. Metodologia	65
4.2. Tipo de estudo.....	65
4.3. Questão orientadora da investigação	65
4.4. Objetivo geral	65
4.4.1. Objetivos específicos:.....	65

4.5. Amostra	66
4.6. Variáveis	66
4.6.1. Variável Independente	66
4.6.2. Variáveis Dependentes.....	67
4.6.2.1. Variáveis Lineares Espaciais e Temporais	67
4.6.2.2. Variáveis Cinemáticas Angulares.....	67
4.6.3. Definição conceptual das variáveis	68
4.7. Instrumentos de recolha de dados	70
4.8. Procedimentos	71
4.8.1. Exame Subjetivo e Exame Físico / Clínico	71
4.8.2. Procedimento Experimental	74
4.8.2.1. Normalização dos equipamentos.....	75
4.8.2.2. Preparação dos participantes.....	75
4.8.3. Procedimentos de Recolha de Dados.....	77
4.9. Considerações Éticas	79
4.10. Análise e Tratamento de Dados	79
4.11. Tratamento estatístico	80
4.12. Referências.....	81
CAPÍTULO V. Efeitos imediatos do <i>Therasuit</i> [®] no padrão de marcha de uma criança com Paralisia Cerebral Espástica Unilateral.....	87
5.1. Resumo.....	87
5.3. Descrição do caso.....	87
5.4. Procedimentos	87
5.4.1. Exame Subjetivo	87
5.4.2. Exame Físico / Clínico	88
5.4.3. Análise da Marcha.....	88
5.4.3.1. Dados Antropométricos	88
5.4.3. 2. Recolha de Dados	89
5.5. Tratamento Estatístico	89
5.6. Resultados	90
5.7. Discussão	92
5.7. Publicação	93
5.8. Referências.....	94
CAPÍTULO VI. Efeitos imediatos da ortótese dinâmica nos parâmetros cinemáticos da marcha em crianças com Paralisia Cerebral Espástica Unilateral.....	95
6.1. Introdução.....	95

6.2. Metodologia	96
6.2.1. Considerações Éticas	96
6.2.2. Objetivos	97
6.2.2.1. Objetivo geral	97
6.2.2.2. Objetivos específicos:.....	97
6.2.3. Tipo de Estudo.....	97
6.2.4. Amostra	98
6.2.4.1. Seleção da Amostra.....	98
6.2.4.2. Caracterização da Amostra	100
6.2.5. Instrumentos	102
6.2.6. Procedimentos de Recolha de Dados.....	102
6.2.6.3. Análise Cinemática da Marcha.....	102
6.3. Análise e Tratamento de Dados	103
6.4. Tratamento Estatístico	103
6.5. Apresentação de Resultados.....	104
6.5.1. Variáveis Espaciais e Temporais.....	105
6.5.2. Índices de Simetria	107
6.5.3. Variáveis Angulares	107
6.5.3.1. Articulação da Anca.....	107
6.5.3.2. Articulação do Joelho	109
6.5.3.3. Articulação da Tibiotársica	110
6.5.3.4. Amplitudes de Movimento (ROM).....	112
6.5.3.5. Análise Descritiva dos Casos	113
6.6. Discussão de Resultados	127
6.6.1. Parâmetros Espaciais e Temporais.....	128
6.6.2. Variáveis Angulares	131
6.6.2.1. Articulação da Anca.....	132
6.6.2.2. Articulação do Joelho	133
6.6.2.3. Articulação da Tibiotársica	134
6.6.2.4. Considerações Gerais	135
6.6.3. Padrão de marcha versus características da amostra	137
6.7. Síntese Final	140
6.7.1. Implicações clínicas	141
6.7.2. Considerações Metodológicas	142
6.7.3. Considerações Científicas.....	143
6.8. Referências.....	145

CAPÍTULO VII. CONCLUSÃO GERAL	155
ANEXOS	159
ANEXO I. Estudo 1	161
ANEXO II. Ficha Caracterização da Amostra	163
ANEXO III. Aprovação Comissão de Ética	165
ANEXO IV. Consentimento Informado	167
ANEXO V. Estudo 2	169
ANEXO VI. Representação das modificações angulares dos MIs durante o Ciclo de Marcha – sete casos	171
ANEXO VII. Representação gráfica dos ângulos dos MIs durante o Ciclo de Marcha – sete casos	173

Índice de Figuras

As Figuras foram numeradas de acordo com a numeração dos capítulos.

Figura 3.1. Fluxograma da seleção dos estudos.....	40
Figura 3.2. Representação da dimensão do efeito pré vs pós-tratamento	51
Figura 3.3. Representação da dimensão do efeito no follow-up	52
Figura. 4.1. Marcadores, segundo <i>Modelo Lowerbody Vincon</i>	76
Figura 4.2. Marcadores no tornozelo/ pé descalço (esquerda) e marcadores com sapatos (direita).....	76
Figura 4.3. Condição Baseline (esquerda) e Condição com TS (direita).....	77
Figura 5.1. Ângulos da Tibiotársica	91
Figura 5.2. Ângulos do joelho.....	91
Figura 5.3. Ângulos da Anca	92
6.6a. Representação dos ângulos de flexão/extensão da da anca do MIP na condição <i>BL</i> (esquerda) e <i>TS</i> (direita) ao longo do CM.	108
6.6b. Representação dos ângulos de flexão/extensão da anca do MINP na condição <i>BL</i> (esquerda) e <i>TS</i> (direita) ao longo do CM.	1088
Figura 6.7a Representação dos ângulos de flexão/extensão do Joelho do MIP na condição <i>BL</i> (esquerda) e <i>TS</i> (direita) ao longo do CM.	109
Figura 6.7b Representação dos ângulos de flexão/extensão do Joelho do MINP na condição <i>BL</i> (esquerda) e <i>TS</i> (direita) ao longo do CM.	110
Figura 6.8a Representação dos ângulos de flexão dorsal/flexão plantar da Tibiotársica do MIP na condição <i>BL</i> (esquerda) e <i>TS</i> (direita) ao longo do CM.	1111
Figura 6.8b Representação dos ângulos de flexão dorsal/flexão plantar da Tibiotársica do MINP na condição <i>BL</i> (esquerda) e <i>TS</i> (direita) ao longo do CM.	111

Índice de Tabelas

As Tabelas foram numeradas de acordo com a numeração dos capítulos.

Tabela 3.1. Resumo do estudo Bar-Haim et al. (2006)	47
Tabela 3. 2. Resumo do estudo Alagesan et al. (2010)	47
Tabela 3.3. Resumo do estudo Mahani et al. (2011)	48
Tabela 3.4. Resumo do estudo de Bailes et al. (2011)	49
Tabela 3. 5. GMFM (%), pós-tratamento com o ST (GE vs GC)	50
Tabela 3.6. Qualidade metodológica dos 4 RCTs, segundo a escala da PEDro	51
Tabela 5.1. Representação dos valores médios e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais da marcha nos MIs, condições BL vs TS®	90
Tabela 6.1. História obstétrica e neonatal	100
Tabela 6.2. Perfil Funcional e problemas associados.....	101
Tabela 6.3. Medidas Antropométricas.....	102
Tabela 6.4 Variáveis Espaciais e Temporais (VET) no MIP e MINP	106
Tabela 6.5. Variáveis Espaciais e Temporais (média de ambos os MIs).....	106
Tabela 6.6. Índice de Simetria MIP/MINP) na condição BL vs TS.....	107

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO

1.1. Introdução Geral

A marcha constitui uma das mais importantes etapas do desenvolvimento da criança, e um dos indicadores representativos da sua autonomia funcional e da participação social. Define-se como uma sucessão contínua de estados de equilíbrio e desequilíbrio, da qual resulta uma sequência rítmica dos membros inferiores que permite por um lado, a estabilidade corporal e por outro, a progressão do corpo no espaço (Gallahue e Ozmun, 2001; Payne e Isaacs, 2012). A evolução da marcha em crianças está diretamente associada ao desenvolvimento do sistema nervoso e ao crescimento do sistema músculo-esquelético (Klavdianos & Gonçalves, 1997).

Muitas crianças com Paralisia Cerebral (PC) apresentam limitações na marcha, devido a distúrbios a nível do controlo neuromuscular e da estrutura músculo-esquelética, pelo que a aquisição da marcha nestas crianças apresenta-se como um desafio, devido à dificuldade em manterem o equilíbrio em situações estáticas, bem como quando transitam em diferentes sequências de controlo dinâmico (Stakhouse et al., 2007). Os défices motores nas crianças com PC, prendem-se tanto com a execução motora, como com o planeamento motor (Steenbergen & Gordon, 2006).

A PC espástica unilateral (PCE-U), frequentemente conhecida por hemiparésia é uma das formas da PC, mais comum em crianças nascidas de termo e, a segunda na frequência a seguir à diplegia espástica entre os recém-nascidos prematuros (Hagberg et al., 1996; Kulak & Sobaniec, 2004). Afeta cerca de 1/1000 nados vivos, correspondendo a cerca de um terço do total de casos de PC (Beecham, O'Neill & Goodman, 2001). As crianças com este subtipo de PC apresentam alterações no controlo e coordenação de movimentos dos membros superior e inferior contralateral à lesão cerebral, tanto devido à falta de inibição das estruturas cerebrais subcorticais "inferiores" (espasticidade e hipertonia), como à diminuição de excitação das vias cortico-espinais (fraqueza muscular) (Katz & Rymer, 1989), responsável por afetar a independência funcional e a qualidade de vida destas crianças (Charles & Gordon, 2006).

Na sua grande maioria, as crianças com PCE-U apresentam bons níveis de funcionalidade, e adquirem marcha independente, embora mais tardiamente que as crianças com desenvolvimento típico (Neville & Goodman, 2000), sendo, no entanto, perceptível a presença de uma assimetria corporal e de desvios no padrão de marcha, adicionadas ao défice motor e à presença de espasticidade no hemicorpo contralateral ao hemisfério cerebral afetado (Duffy et al., 1996; Pirpiris et al., 2003).

De acordo com Mann et al. (2008); Sutherland et al., (1998), as variações na magnitude dos parâmetros de marcha, designadamente na velocidade, são expressivas de uma imaturidade nos padrões de marcha apresentados pelas crianças com PCE, e estão relacionadas com as alterações no crescimento músculo esquelético e com os desequilíbrios musculares. Adicionalmente estas crianças apresentam um potencial risco de desenvolver uma discrepância no comprimento dos membros inferiores (Meechan, 1993; Allen et al., 2000). As alterações cinemáticas na anca, joelho e tornozelo do MI contralateral, são a expressão de uma compensação funcional de modo a permitir uma maior simetria ao nível da pélvis (Allen et al., 2000).

Na reabilitação pediátrica, um dos principais objetivos prende-se com a promoção e/ou manutenção da capacidade de marcha das crianças com PC. A literatura refere uma multiplicidade de técnicas e abordagens terapêuticas utilizadas pelos Fisioterapeutas na (re)habilitação das crianças com PC, sendo que a evidência não é conclusiva relativamente à efetividade da sua maioria.

O *SuitTherapy* surge como uma abordagem terapêutica, alternativa e complementar à terapia convencional (Bar-Haim et al., 2006). Este método tem por base o uso de uma ortótese macia e dinâmica, interligada com bandas elásticas, o *Therasuit* ou *Adelisuít*, combinada com uma terapia intensiva, com objetivo de promover uma melhoria da capacidade funcional da criança com PC, designadamente da marcha (Seifeldin, Noble, Jackson, & Northrup, 2004).

1.2. Relevância do estudo

A relevância deste estudo tem por base as seguintes premissas: i) a grande importância atribuída à marcha na autonomia funcional das crianças com PC, designadamente com o subtipo PCE-U; ii) a recuperação funcional da marcha ocupa um dos principais objetivos do fisioterapeuta na intervenção em crianças com disfunções neuromotoras, bem como das crianças com PC e respetivos pais/cuidadores; iii) a inclusão de ortóteses dinâmicas nos programas de (re) habilitação, visando por um lado, o treino de tarefas funcionais, designadamente da marcha, por outro, a minimização dos padrões de marcha compensatórios e atípicos exibidos pelas crianças com PC; iv) escassez de estudos que incluam uma análise linear e cinemática da marcha de ambos os membros inferiores (hemiparético e contralateral), em crianças com o subtipo de PC espástica unilateral; v) inexistência de estudos que investiguem os efeitos imediatos da ortótese dinâmica *Therasuit*, dissociado de um treino intensivo (*SuitTherapy*), no padrão de marcha de crianças com PC; vi) a importância de

suportar a prática clínica do fisioterapeuta na população com PC, na melhor evidência científica possível.

1.3. Objetivos do estudo

1.3.1. Objetivos Gerais:

Analisar o estado da arte sobre a temática em estudo, através da realização de uma revisão sistemática com meta-análise intitulada: *“Efficacy of suit therapy on functioning in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis (Estudo 1);*

Investigar os efeitos imediatos do TS no padrão de marcha em crianças com PCE-U, com níveis de severidade I e II, no *Gross Motor Function Classification System (GMFCS)*, através da análise cinemática dos parâmetros espaciais e temporais e dos deslocamentos angulares no plano sagital das articulações dos membros inferiores (parético e não parético) (Estudos 2 e 3).

1.3.2. Objetivos específicos:

1. Verificar se as variáveis lineares espaciais e temporais: cadência (passos/minuto); velocidade (metros/segundo), duração do passo (segundos) no MI parético (MIP) e no MI não parético (MINP), duração percentual da fase de apoio (% ciclo de marcha) no MIP e no MINP, duração percentual na fase oscilante (% ciclo de marcha) no MIP e no MINP, duração percentual do apoio simples (% ciclo de marcha) no MIP e no MINP, duração percentual total do duplo apoio (% do ciclo de marcha), comprimento do passo (metros) no MIP e MINP e largura da passada (metros), demonstram alterações com o uso da ortótese dinâmica TS;
2. Verificar se as variáveis angulares no plano sagital das articulações da anca (flexão/extensão), do joelho (flexão/extensão) e da tibiotársica (flexão dorsal/flexão plantar), em ambos os membros inferiores (MI parético e MI não parético), demonstram alterações com o uso da ortótese dinâmica TS, ao longo do ciclo de marcha, concretamente:
 - Articulação da Anca: valor angular de flexão/extensão da anca, no contato inicial (CI); valor angular mínimo de flexão ou momento de extensão, durante a fase de apoio; valor angular máximo de flexão ou momento de flexão da anca, durante a fase oscilante;
 - Articulação do Joelho: valor angular de flexão/extensão do joelho no CI; o valor angular mínimo de flexão ou momento de extensão do joelho, durante a fase de

apoio; valor angular máximo de flexão ou momento de flexão da anca, durante a fase oscilante;

- Articulação da Tibiotársica: valor angular no CI; valor angular máximo de flexão dorsal da tibiotársica, durante a fase de apoio; valor angular da tibiotársica na subfase pré-oscilante (momento *toe-off*);
- as amplitudes de movimento (ROM): das articulações da pélvis, da anca, do joelho e da tibiotársica, durante o ciclo de marcha.

1.4. Estrutura da Tese

A presente tese está organizada em sete capítulos. O primeiro inicia com uma introdução geral, onde se faz referência à pertinência e à relevância da sua realização, aos objetivos gerais e específicos, à estrutura da tese e por fim, às publicações e comunicações realizadas no âmbito deste trabalho.

O segundo capítulo subordinado à revisão da literatura, aborda temas conceptuais de interesse que permitem um enquadramento teórico dos três estudos realizados. Primeiramente, é abordada a temática da Paralisia Cerebral, nos aspetos referentes à sua definição, classificação, caracterização, défices associados, perfil funcional, diagnóstico médico e prognóstico funcional. De seguida, procede-se a uma definição conceptual da marcha, caracterização das fases do ciclo de marcha e, por fim, analisa a literatura que aborda a marcha na criança com desenvolvimento típico e na criança com Paralisia Cerebral, com particular relevo para o tipo de padrões de marcha da criança com PC espástica, que constitui tipo de PC da amostra do nosso estudo. Por último, faz-se uma breve apresentação dos produtos de apoio e dos tipos de abordagens terapêuticas, usados nos programas de (re)habilitação da criança com PC, com particular relevo, para as terapias complementares com recuso à ortótese dinâmica (*TheraSuit ou AdeliSuit*), designada por *SuitTherapy*).

No terceiro capítulo é apresentado o primeiro estudo, que consistiu na análise e avaliação do estado da arte da temática em estudo, através da realização de uma revisão sistemática com meta-análise intitulada: “*Eficácia do SuitTherapy na funcionalidade da criança e do adolescente com Paralisia Cerebral – Revisão Sistemática com Meta-Análise*”.

O quarto capítulo, refere-se a uma descrição detalhada da metodologia geral aplicada nos estudos dois e três, que tiveram por base um protocolo de recolha de dados comum, e que por razões de restrição no número de palavras, não foi possível apresentar no artigo já publicado.

No quinto capítulo, apresenta-se o segundo estudo com um desenho do tipo de sujeito único quasi-experimental, intitulado “*Efeitos imediatos do Therasuit no padrão de marcha de uma criança com Paralisia Cerebral Espástica Unilateral*”.

O sexto capítulo é subordinado ao terceiro estudo, em processo de apreciação, após revisão na PLOS One, que consistiu num estudo piloto com sete crianças com diagnóstico médico de PCE-U, com uma metodologia de múltiplos estudos de sujeitos únicos, e um desenho quasi-experimental do tipo A-B, em que A se refere à condição pré-teste (*baseline*) e B a condição pós-teste (com o *Therasuit*).

No sétimo e último capítulo, são apresentadas as principais conclusões gerais, em que serão destacadas as ideias-chave deste estudo.

Os anexos cuja inclusão se nos afigurou fundamental para a compreensão do presente estudo, também são apresentados.

O horizonte deste trabalho perspectiva-se para além dos objetivos referidos. Neste horizonte incluem-se a possibilidade de os resultados obtidos nos três estudos incluídos na presente tese poderem disponibilizar informação relevante para uma melhor compreensão dos padrões cinemáticos de ambos os membros inferiores (parético e não parético) adotados pelas crianças com PC espástica unilateral durante o ciclo de marcha, e, por sua vez, contribuir para um maior corpo de saberes para os fisioterapeutas, sobre a inclusão da ortótese dinâmica *Therasuit* nos programas de (re)habilitação da marcha em crianças com PC, particularmente deste subtipo da Paralisia Cerebral.

1.5. Publicações e Comunicações

Publicações em revistas internacionais com revisão de pares

Parte desta tese resultou em dois artigos publicados e um artigo em fase de apreciação pós-revisão na PLOS One:

Martins E, Cordovil R, Oliveira R, Letras S, Lourenço S, Pereira I, Ferro A, Lopes I, Silva CR, & Marques M. (2016). Efficacy of suit therapy on functioning in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*, 58(4), 348-60.

Martins, E., Cordovil, R., Oliveira, R., Pinho, J., & Vaz, J. R. (2017). The Immediate Effects of Therasuit® on the Gait Pattern of a Child with Unilateral Spastic Cerebral Palsy. *J Pediatr Neurol Disord*, 3(1), 2-4.

Publicação livro de resumos

Martins, E., Cordovil, R., Oliveira, R., Pinho, J., & Vaz, J. R. (2017). The use of a dynamic orthosis in a child with unilateral spastic Cerebral Palsy: effects on gait kinematics. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 39, S82-83.

Comunicações

Martins, E., Cordovil, R., Oliveira, R., Pinho, J., & Vaz, J. R. (2017). The use of a dynamic orthosis in a child with unilateral spastic Cerebral Palsy: effects on gait kinematics. Apresentação de um poster na NASPSPA Annual Conference. S. Diego. Junho de 2017.

Martins, E., Cordovil, R., Oliveira, R., Pinho, J., & Vaz, J. R. (2017). Efeitos imediatos do *SuitTherapy*, no controlo postural de crianças com Paralisia Cerebral. Fórum Politécnico #3 - Tecnologias de Reabilitação e Apoio para o Bem-Estar e Acessibilidades. Guarda. Setembro 2016.

1.6. Referências

- Allen, P. E., Jenkinson, A., Stephens, M. M., O'Brien, T. (2000). Abnormalities in the uninvolved lower limb in children with spastic hemiplegia: the effect of actual and functional leg-length discrepancy. *J Pediatr Orthop*, 20(1), 88-92.
- Bar-Haim, S., Harries, N., Belokopytov, M., Frank, A., Copeliovitch, L., Kaplanski, J., Lahat, E. (2006). Comparison of efficacy of Adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neuro*, 48(5), 325-30.
- Beecham, J., O'Neill, T., Goodman, R. (2001). Supporting young adults with hemiplegia: services and costs. *Health Soc Care Community*, 9(1), 51-9.
- Charles, J., Gordon, A. M. (2006). Development of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 48(11), 931-6.
- Duffy, C. M., Hill, A. E., Cosgrove, A. P., Corry, I. S., Graham, H. K. (1996). Energy consumption in children with spina bifida and cerebral palsy: a comparative study. *Dev Med Child Neurol*, 38(3), 238-43.
- Gallahue, D. L., Ozmun, J. C. (2001). *Compreendendo o desenvolvimento motor: Bebês, crianças, adolescentes e adultos* (M. Araújo, Trans.). São Paulo: Phorte Editora.
- Katz, R. R., Rymer, W. Z. (1989). Spastic hypertonia: mechanisms and measurement. *Arch Phys Med Rehabil*, 70(2), 144-55.
- Klavdianos, A. C. D., Gonçalves, C. A. (1997). Forças de reação do solo durante o caminhar em crianças da faixa etária de 4 a 10 anos. In: VII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 28-30 maio 1997. Anais. Campinas: Ed. Unicamp, 347-51.
- Mann, L., Kleinpaul, J., Teixeira, C., Mota, C. (2008). A Marcha humana: investigação com diferentes faixas etárias e patologias. *Motriz rev educ fis*. Rio Claro, 14(3), 346-53.
- Meehan, P. (1993). The art and practice of children's orthopaedics. *J Bone Joint Surg Am*, 75 (8), 1262-62.
- Neville, B., Goodman, R. (2000). *Congenital Hemiplegia*. London: Mac Keith Press.
- Payne, V., Isaacs, L. (2012). *Human motor development: A lifespan approach*. 8ª ed. New York, NY. McGraw-Hill Education.
- Pirpiris, M., Wilkinson, A. J., Rodda, J., Nguyen, T. C., Baker, R. J., Nattrass, G. R., Graham, H. K. (2003). Walking speed in children and young adults with neuromuscular disease: comparison between two assessment methods. *J Pediatr Orthop*, 23(3), 302-7.
- Seifeldin, R., Noble, C., Jackson, A., Northrup, J. (2004). The use of suit therapy in childhood cerebral palsy. A Pilot Study. *Dev Med Child Neurol*, 46, 740-45.
- Stackhouse, C., Shewokis, P. A., Pierce, S. R., Smith, B., McCarthy, J., Tucker, C. (2007). Gait initiation in children with cerebral palsy. *Gait Posture*, 26(2), 301-8.
- Steenbergen, B., Gordon, A. M. (2006). Activity limitation in hemiplegic cerebral palsy: evidence for disorders in motor planning *Dev Med Child Neurol*, 48(9), 780-3.
- Sutherland, D. H., Kaufman, K. R., Moitza, J. R. (1988). Cinemática da marcha humana normal. In: Rose J, Gamble, JG. *Marcha Humana*. 2º ed; São Paulo: Premier, 23-44.

CAPITULO II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Paralisia Cerebral

2.1.1. Definição

A Paralisia Cerebral refere-se a um conjunto de perturbações do movimento e da postura, devido a uma alteração/lesão/anomalia permanente, mas não progressiva, que ocorre no cérebro imaturo e em desenvolvimento. Embora a deficiência motora seja habitualmente a mais evidente, coexistem frequentemente problemas associados e comorbilidades, designadamente, défices preceptivos, sensoriais, cognitivos, de linguagem/fala, presença de epilepsia e alterações do comportamento (Bax et al, 2005; Morris, 2007). A noção de perturbações do movimento e da postura resultante das alterações a nível da estrutura e da função, sublinha a importância da inclusão das possíveis limitações em termos de atividade e participação, amplificando as preocupações da Classificação Internacional da funcionalidade (CIF), nesta população (Bax et al., 2005).

2.1.2. Prevalência

A PC é a causa mais comum de incapacidade motora na infância (Campbell, Vander Linden e Palisano, 2006). Como entidade patológica a PC é única devido ao envolvimento de uma lesão estática do sistema nervoso central (SNC), sobre a qual se vão desenvolver a maturação e o desenvolvimento neuromotor, constituindo um rótulo para uma grande variedade de alterações motoras (Kriger, 2006).

A sua taxa varia entre dois a três por 1000 nados vivos, sendo que a sua prevalência aumenta significativamente nos bebés pré-termo e de baixo peso (Krageloh-Mann & Cans, 2009). Dados mais recentes referem uma redução significativa da incidência nos últimos anos, com uma taxa de 1.8 casos de PC em 1000 nados vivos (Sellier, 2015).

Em Portugal, de acordo com o Programa de Vigilância Nacional da Paralisia Cerebral (PVNPC), a taxa global de incidência de PC para crianças nascidas entre 2001 e 2007, e com base nos casos registados, foi de 1,55‰ nados-vivos (IC95% 1,46 – 1,64). Das 1187 crianças com PC nascidas em Portugal, foi possível confirmar que o tipo clínico, predominante foi o Espástico, representado em 79,1% das crianças (IC95% 76,75-81,39), que correspondeu a 1176 casos. De entre as 931 crianças com PC espástica, 314 apresentaram PC espástica (PCE) unilateral (hemiparesia) e as restantes 610, PCE bilateral. Do total de crianças com PCE unilateral, 53,7%, apresentaram uma hemiparesia direita. Relativamente ao género, a maioria

das crianças registadas foi do género masculino (55,8%), destacando-se assim que os rapazes nascidos em Portugal em 2001-2007 tiveram um maior risco de apresentar PC, cerca de 20%, comparativamente às raparigas (Virella, Andrada, Calado, et al., 2016).

2.1.3. Classificação e Caracterização

As técnicas de neuroimagem, têm revelado grandes avanços na categorização das Ressonâncias Magnéticas (RM) crânio encefálicas das crianças com PC, bem como, no estabelecimento de correlações significativas entre as imagens das RMs e o tipo clínico das crianças ou com a sua avaliação funcional (Bax *et al.*, 2005). Por outro lado, uma vez que a RM crânio encefálica pode permitir visualizar as lesões ou malformações resultantes da perturbação e/ou lesão que interferiu com o cérebro em determinada fase de desenvolvimento, é também um poderoso instrumento para obter informação relativa à etiologia e/ou processo patogénico, e, assim, contribuir para esclarecer a sua tipologia e o *timing da lesão* (Krägeloh-Mann, 2000).

O tipo clínico de PC está frequentemente relacionado com a sua fisiopatologia e reflete as circunstâncias etiológicas das diferentes situações clínicas. Os vários sistemas de classificação utilizados para descreverem a PC servem diferentes finalidades, contudo, para responder a propósitos epidemiológicos, os sistemas de classificação baseados na avaliação clínica são os mais utilizados (Bax *et al.*, 2005).

As diferentes abordagens referentes à classificação da PC dizem respeito à topografia (partes do corpo afetadas), aos tipos de disfunção motora (descrição das características motoras predominantes) e à severidade das disfunções motoras (Gorter *et al.*, 2004). A caracterização do quadro clínico pode também incluir a localização da lesão no sistema nervoso central (SNC), designadamente a nível periventricular, córtex cerebral, tronco cerebral, piramidal ou extra-piramidal (Pakula, et al., 2009).

A maioria dos estudos epidemiológicos sobre a temática da PC descreve a sua prevalência, as suas consequências e/ou a sua evolução ao longo do tempo, estimando a força da associação com os fatores de risco que a precedem, ou estimando os efeitos da intervenção. Contudo, uma vez que a PC engloba uma heterogeneidade de situações clínicas, quer em termos de quadro clínico, quer de amplitude nas limitações, é também fundamental abarcar outros aspetos, designadamente, as suas características clínicas e o nível de severidade das diferentes áreas que possam estar afetadas (O'Shea, 2007).

Neste âmbito, Bax et al. (2005) propõem uma abordagem integrada das diferentes áreas, identificando quatro grandes dimensões na classificação da PC: deficiência motora; défices associados; comorbilidades, alterações topográficas e imagiológicas; etiologia e *timing* da lesão. Adicionalmente, na sequência da definição conceptual do termo Paralisia Cerebral, a *Surveillance of Cerebral Palsy in Europe* (SCPE) desenvolveu um fluxograma de definição, de modo a facilitar a classificação dos sub-tipos da PC em categorias neurológicas e topográficas, que subdivide a PC em 3 grandes subtipos clínicos: espástico, disquinético e atáxico. De acordo com os critérios adotados pela SCPE para a classificação da paralisia cerebral, destacam-se os seguintes subtipos, cuja característica comum se prende com a existência de um padrão anormal dos movimentos e da postura (Cans, 2007):

- PC espástica: caracteriza-se pelo aumento do tónus, reflexos patológicos, hiperreflexia e sinais piramidais, como por exemplo o reflexo de Babinski. Subdivide-se em PC espástica unilateral (hemiparésia) e bilateral (diplegia e tetraparésia);
- PC disquinética: caracteriza-se por movimentos involuntários, descontrolados, recorrentes e ocasionalmente estereotipados, tónus muscular variável, domínio de padrões de reflexos primitivos. Classifica-se em dois subgrupos clínicos:
 - (a) PC distónica: predominam posturas anormais (podem confundir-se com hipocinésia), hipertonia (tónus variável, mas a hipertonia é fácil de desencadear). São característicos os movimentos involuntários e movimentos voluntários com posturas anormais, provocados por contrações musculares mantidas (rotação, flexão e extensão lentas das diversas partes do corpo).
 - (b) PC coreoatetósica: predominam a hipercinésia e a hipotonia (tónus variável, mas principalmente diminuído).
- PC Atáxica: caracteriza-se por uma falha na organização da coordenação muscular, sendo os movimentos realizados com força, ritmo e destreza inadequados. São típicos: ataxia do tronco e da marcha, perturbação do equilíbrio e dificuldade a nível da precisão nos movimentos dirigidos (dismetria), presença de tremor, sobretudo intencional e diminuição do tónus.

Este sistema de classificação encontra-se amplamente disseminado, quer em termos nacionais, quer internacionais, tendo sido igualmente adotado pelo Programa de Vigilância Nacional da Paralisia Cerebral (Andrada *et al.*, 2009).

Relativamente à distribuição topográfica da PC, durante décadas, foi prática habitual a utilização da classificação em hemiparésia, diplegia e tetraparésia, que na opinião de Gorter *et*

al. (2004), consiste num sistema de classificação pouco fidedigno, dada a sua elevada variabilidade inter-observadores.

Neste âmbito alguns investigadores (e.g. Bax *et al.*, 2005; Cans *et al.*, 2007; Andrada *et al.*, 2009) recomendaram a utilização de uma nova classificação da distribuição topográfica da perturbação motora, distinguindo-a entre unilateral e bilateral, subdividindo esta última em dois, três ou quatro membros afetados.

No entanto, Cans *et al.*, (2007) referiram que, mesmo com este tipo de classificação, podem surgir dificuldades, designadamente, algumas crianças com PC unilateral apresentarem sinais neurológicos de envolvimento motor no lado oposto, ou, em alguns casos de PC espástica bilateral, o quadro clínico ser assimétrico. De forma a colmatar possíveis dificuldades, os mesmos autores recomendaram que esta classificação deva ser sempre complementada com a aplicação de sistemas de avaliação do nível de funcionalidade.

2.1.4. Défices Associados e comorbilidades

Para além das dificuldades motoras, num número relativamente elevado de indivíduos com PC, verifica-se a presença de outras comorbilidades que também podem interferir com as suas atividades de vida. Estes défices associados podem ter na sua origem os mesmos processos etiopatológicos que a patologia motora, no entanto, tendo em conta a multiplicidade de situações clínicas a tarefa de classificar e sistematizar informação relativamente aos diferentes défices em causa pode tornar-se difícil e complexa.

Johnson (2002) sublinhou a dificuldade em obter informação consistente relativamente aos défices associados à PC, tendo em conta as possíveis diferenças entre observadores e dificuldades na uniformização de critérios que permitiam validar os dados de diferentes estudos ao longo do tempo.

Alguns investigadores (e.g. Bax *et al.*, 2005; Cans *et al.*, 2007; Andrada *et al.*, 2009) recomendaram a classificação dos défices associados em *ausente* ou *presente*, bem como a sinalização das situações mais graves, partindo dos diferentes instrumentos habitualmente utilizados em cada área e que permitiam obter critérios quantitativos que identifiquem o nível de disfunção. A SCPE (Cans *et al.*, 2007) e o PVNPC (Andrada *et al.*, 2009) identificaram os défices associados mais relevantes, nomeadamente a epilepsia, os défices visuais e auditivos e o défice cognitivo.

Os défices associados ao quadro neuromotor da PC são relativamente comuns e refletem a extensão da lesão cerebral que se estende para além das áreas motoras. Segundo Johnson (2002), os números relativos a estes aspetos são frequentemente subavaliados,

embora se considere uma área fundamental para a planificação dos cuidados e dos apoios a prestar a esta população. Andrada et al. (2009), defendem que a aptidão neurosensorial é igualmente importante para a aprendizagem, autonomia e inserção social das crianças com PC.

Os resultados do PVNPC (Virella, Andrada, Calado, et al., 2016) identificaram os seguintes défices associados: i) défice visual em 53,1% das crianças, representando 519 casos de um total de 1187; ii) défice auditivo em 10,4% das crianças, representando 96 casos de um total de 927; iii) epilepsia em 44,9% das crianças, representando 459 de um total de 1022.

2.1.5. Diagnóstico Médico

Numa patologia da complexidade da PC a identificação adequada de todos os casos com esta situação clínica não é tarefa fácil, tratando-se de um processo que merece um cuidado especial. Contudo, o diagnóstico da PC nem sempre é determinado na mesma faixa etária, particularmente nos casos de patologia motora mais ligeira. Dados da *Western Australian Cerebral Palsy Register* referiram uma amplitude entre o nascimento e os três anos de idade para a identificação dos novos casos de PC e sublinharam que, embora a incidência resultante destes dois *momentos* seja teoricamente idêntica, as distâncias temporais podem trazer alguma perturbação que deve ser tida em conta (Stanley, Blair & Alberman, 2000).

Do ponto de vista epidemiológico, as alterações, lesões ou anomalias interferem, impedem ou influenciam os processos de maturação do cérebro e do sistema nervoso em desenvolvimento, resultando numa lesão permanente, que constituem um aspeto essencial, ao fornecer importantes contributos na fundamentação das escolhas efetuadas por profissionais e decisores políticos, no que se refere às medidas de prevenção, alocação de recursos e distribuição e tipologia dos serviços de apoio (Rosenbaum, 2009). De forma a uniformizar este processo. Cans e colaboradores (2007) estabeleceram que a idade mínima recomendada para confirmar o diagnóstico de PC seriam os 5 anos.

2.1.6. Perfil Funcional

A Classificação Internacional da Funcionalidade (CIF) têm vindo a sensibilizar os profissionais de saúde e a comunidade em geral para a importância da avaliação funcional dos diferentes estados de saúde. Assim, para além do subtipo clínico, é fundamental determinar a extensão da limitação motora, de forma a caracterizar as competências funcionais da criança com PC (WHO, 2007).

Beckung e Hagberg (2002) sublinharam a importância da utilização de sistemas de classificação direcionados às diferentes áreas de competências funcionais das pessoas com PC,

uma vez que estas interagem com os seus aspetos biológicos, emocionais e sociais. Estes autores referem também que os sistemas de classificação permitem obter uma imagem mais abrangente do impacto das condições de saúde na pessoa, numa perspetiva mais global, com consequências a nível da sua qualidade de vida e participação.

Neste sentido, têm surgido nos últimos anos diferentes sistemas de classificação com o objetivo de avaliar as áreas funcionais com implicações nas atividades diárias das pessoas com PC (Bax et al., 2005), com base na filosofia da CIF, permitindo codificar a extensão e a magnitude das limitações em 5 níveis, que variam ente, sem implicações nas atividades da vida diária; com implicações ligeiras; moderadas; graves; totais (Beckung & Hagberg, 2002), das quais se destacam:

- O *Gross Motor Function Classification System* concebido para avaliar as capacidades motoras globais, dando ênfase ao movimento auto-iniciado pela criança e adolescente, estando mais direcionado para a função ambulatória (marcha), e revela uma excelente fidedignidade (Palissano, Rosenbaum & Walter, 1997; Palissano et al., 2006);
- O *Manual Ability Classification System* (MACS) desenvolvido por Eliasson et al., (2006) e, o *Bimanual Fine Motor Function Scale* (BFMFS) por Beckung e Hagberg (2002), com objetivo de avaliar a função dos membros superiores, designadamente, a motricidade fina e a motricidade bimanual, respetivamente.

Posteriormente, surgiu a necessidade de desenvolver Sistemas de Classificação para outras áreas funcionais, nomeadamente relacionadas com a função oromotora e com a comunicação (Bax et al., 2005; Beckung & Hagberg, 2002), surgindo assim, para os aspetos da motricidade oral e fala, a *Viking Speech Scale* (VSS) (Pennington et al. (2013) e para categorizar o desempenho diário da comunicação a *Communication Function Classification System* (CFCS) (Hidecker et al., 2011); e, por último para a capacidade de se auto-alimentar, o *Eating and Drinking Ability Classification System* (EDACS) (Sellers, Mandy, Pennington, Hankins et al. (2014).

Estes sistemas de classificação têm sido amplamente utilizados como forma de caracterizar quer situações individuais, quer populações específicas, bem como em estudos epidemiológicos (Andrada et al., 2007).

2.1.7. Prognóstico Funcional

A definição do prognóstico funcional da criança com PC, deve contemplar a avaliação do sistema motor e sua relação direta entre o grau de limitação sinalizado na GMFCS, variáveis

como o tipo de PC, a cognição, a epilepsia coexistente, circunstâncias económicas e sociais e realização ou não de tratamento com equipa de reabilitação (Beckung et al, 2008).

Alguns autores (e.g. Schenker *et al*, 2005; Hutton *et al*, 2006; Harries *et al.*, 2004; Rosenbaum *et al.*, 2002) salientaram que as etapas do desenvolvimento motor também são fortes preditores particularmente no que se refere à aquisição da marcha, sendo reconhecido um atraso relacionado com a idade, ou seja, enquanto uma criança com desenvolvimento típico atinge o *platô* da motricidade global por volta dos 5/6 anos, a criança com PC alcança por volta dos 10/11 anos, sendo que o pico do desenvolvimento motor global ocorre por volta dos 7 anos, seguida de uma desaceleração dos ganhos a esse nível.

Relativamente ao tipo de PC, os resultados de um estudo de Beckung *et al* (2008) que envolveu 10.042 crianças com todos os tipos de PC revelaram que praticamente todas as crianças com PC espástica unilateral e PC atáxica apresentam potencial para realizar marcha. Estes resultados estão concordantes com os resultados do estudo realizado por Nordmark *et al* (2001) que concluíram que a marcha independente ocorre em 86% de crianças com hemiparesia, 63% com atáxica pura, 61% de diplegias e 21% de crianças disquinéticas.

Na opinião de Bartlett e Palisano (2002), para a determinação do prognóstico da criança com PC, o fisioterapeuta tem de ter em conta a identificação dos seguintes fatores: (i) deficiências primárias (alterações do tónus, nível do comprometimento, equilíbrio e distúrbio sensorial); (ii) deficiências secundárias (limitações articulares, alinhamento, força, saúde, resistência); (iii) características da personalidade (motivação) e (iv) fatores familiares (suporte à criança, expectativas e suporte à família).

2.2. Marcha Humana

2.2.1. Definição Conceptual

A marcha é uma sequência cíclica de movimentos dos membros inferiores que move o corpo para frente, e simultaneamente mantém a estabilidade no apoio. Na marcha, um membro inferior atua como suporte (contato com o solo), enquanto o membro contralateral avança. Este conjunto de movimentos corporais repetem-se de forma cíclica, ocorrendo em cada passo, uma inversão de papéis dos membros inferiores. Depende de um recrutamento seletivo e adequado (*timing* e intensidade) dos músculos de cada segmento funcional, de modo a permitir a sustentação do peso, a estabilidade, a absorção das forças e a progressão sobre o pé de suporte durante a fase de apoio e o avanço do membro inferior, na fase

oscilante (Perry & Burnfield, 2010). O modelo de causa e efeito considera a marcha como um processo de coordenação neuromuscular com a colaboração dos sistemas nervoso e músculo-esquelético, de forma a alcançar uma dinâmica correta, ou seja, a manutenção do equilíbrio corporal numa pequena base de suporte (Lai et al., 2008).

A locomoção requer uma grande e complexa coordenação espaço-temporal de forças ativas e passivas e uma constante adaptação a obstáculos ou variáveis do contexto (Duysen, & Crommert, 1998; Mayer, 2002).

De acordo com Vaughan, Davis e O'Connor (1992), para a ocorrência da marcha humana são necessários os seguintes sete eventos: (i) registo e ativação do comando de marcha no sistema nervoso central; (ii) transmissão dos sinais de marcha ao sistema nervoso periférico; (iii) contração dos músculos que produzem tensão; (iv) produção de forças e momentos nas articulações; (v) regularização das forças e momentos aplicados nas articulações pelas dimensões dos segmentos rígidos; (vi) deslocamento dos segmentos, reconhecidos como marcha funcional; (vii) produção de forças de reação do solo.

Durante a locomoção cada membro de suporte de peso realiza quatro funções distintas: (1) manutenção da estabilidade na posição vertical independentemente da constante mudança de postura; (2) progressão gerada pela interação de posturas seletivas, da força muscular e da elasticidade do tendão; (3) minimização do impacto com a superfície de suporte no início de cada passo; (4) conservação de energia durante a realização destas funções, de modo a reduzir a quantidade de esforço muscular necessário. A realização simultânea destas quatro funções depende dos padrões de movimento distintos que representam uma série complexa de interações entre a parte superior e inferior do corpo. O pé e o tornozelo desempenham um papel fundamental nestas funções, atuando como o principal *interface*, entre o indivíduo e a superfície de apoio e como uma ligação mecânica aos segmentos funcionais mais proximais (Perry & Burnfield, 2010).

2.2.2. Fases do Ciclo de Marcha

A marcha é um movimento rítmico que resulta da alternância sucessiva de fase de apoio e oscilante, pelo que é comum dividi-la em ciclos para efetuar a sua análise, ou seja, a sequência simples do apoio e avanço de um único membro é denominada ciclo de marcha. O ciclo de marcha consiste basicamente no período compreendido entre o início de dois contactos com o solo sucessivos, do mesmo membro inferior (Perry & Burnfield, 2010). Deste modo, em cada ciclo ocorrem dois períodos de apoio simples (apenas um membro inferior se encontra em contacto com o solo) e dois períodos de duplo apoio (os dois pés encontram-se

em simultâneo em contacto com o solo) (Bernstein, 1967; Payne, & Isaacs, 2012). Num padrão de marcha normal, estas fases são simétricas entre os dois membros inferiores (Inman, Ralston & Todd, 1994; Perry, 2005; Perry e Burnfield, 2010).

A terminologia adotada para dividir o ciclo da marcha em subfases difere de autor para autor. Neste trabalho, serão utilizados os períodos do ciclo da marcha adotados por Perry (2005) que divide os eventos temporais do ciclo de marcha (eixo ântero-posterior) em duas fases: fase de apoio em que o pé se encontra em contato com o solo e a fase oscilante, quando o pé é elevado do solo, para permitir o avanço do membro inferior no espaço, preparando o próximo apoio.

A fase de apoio é subdividida em três eventos:

1. Duplo apoio inicial: quando ambos os pés estão em contato com a superfície de apoio;
2. Apoio simples: quando apenas um pé está em contato com a superfície (apoio unipedal);
3. Duplo apoio final: quando ambos os pés estão novamente em contato com a superfície de contato.

Por conseguinte estes três eventos subdividem-se nas seguintes cinco fases funcionais:

- Contato inicial: início do ciclo de marcha, através do contato do calcanhar com o solo e representa o ponto no qual o centro de gravidade do corpo se encontra na sua posição mais baixa.
- Resposta à carga: ocorre uma transferência do peso corporal para o pé de apoio, mais concretamente da superfície plantar (*foot flat*), exigindo estabilidade para a receção do peso corporal e absorção do choque, permitindo a progressão para a frente.

Estas duas primeiras fases funcionais representam o período de duplo apoio inicial.

- Subfase média de apoio – inicia com a elevação do pé contralateral o apoio é unipedal iniciando com a elevação do pé contra lateral (apoio unipedal) e termina quando quase todo o peso corporal (cerca de 95%) se encontra no pé de apoio; representa o ponto no qual o centro de gravidade do corpo se encontra na sua posição mais alta;
- Subfase final de apoio - inicia quando o calcanhar do pé de apoio se eleva como resultado da ativação dos músculos tricípites sural para permitir a flexão plantar do tornozelo e termina quando o calcanhar do pé contralateral atinge o solo (contato inicial deste pé);

- Subfase Pré-oscilante - representa o segundo período de duplo apoio final no ciclo da marcha, onde ocorre a transferência do peso corporal de um membro inferior para o outro, com objetivo de posicionar o membro para o balanço; corresponde ao final da fase de apoio.

Por sua vez, a fase oscilante subdivide-se nas seguintes três fases funcionais:

- Subfase inicial oscilante - corresponde a uma fase de aceleração que inicia imediatamente após a perda de contato do pé com a superfície, passando o peso corporal a ser suportado pelo pé contralateral, ativando os músculos flexores da anca para permitir a progressão do MI para a frente;
- Subfase média oscilante - ocorre quando o MI do pé suspenso se encontra em avanço em relação ao MI do pé de apoio (contralateral) que se encontra no apoio médio.

A fase inicial e média oscilante, objetivam o avanço do membro inferior e a libertação do pé do solo.

- Subfase final oscilante - corresponde ao término da fase de balanço, onde ocorre um novo contato inicial ou duplo apoio inicial para se iniciar um novo ciclo de marcha. Corresponde a uma fase de desaceleração da ação dos músculos do MI, de forma a estabilizar o pé como preparação para o próximo contato inicial (fase de apoio).

Os eventos referentes ao ciclo de marcha acima mencionados, são considerados eventos temporais. Relativamente a outras medidas em que o ciclo da marcha é definido sobre um intervalo de tempo durante o qual uma sequência de eventos sucessivos e regulares se completa, a duração do ciclo de marcha é definida pela percentagem, em que 100% representa o tempo total do ciclo, sendo que a fase de apoio corresponde a 60% do ciclo e a fase oscilante a 40% do ciclo (Perry, 2005).

No que concerne à duração dos diferentes eventos das fases do ciclo de marcha, verifica-se que na fase de apoio, o contato inicial que ocorre no exato momento em que o pé toca o solo com o calcanhar, corresponde a 0-2% do ciclo, seguido imediatamente pelo que denominamos de resposta à carga que se prolonga até a descolagem do pé oposto do solo (0 a 10% do ciclo), que corresponde ao primeiro duplo apoio.

Quanto à subfase média, o apoio é unipedal iniciando com a elevação do pé contra lateral e termina quando o peso do corpo se encontra alinhado com o pé de apoio (tíbia verticalizada), correspondendo a 10 a 30% do ciclo. Por último, a fase final de apoio

corresponde a 30 a 50% do ciclo; segue-se a fase de pré-balanço que corresponde ao início do 2º período de duplo apoio, representando 50-60% do ciclo.

O objetivo da fase de duplo apoio inicial é a aceitação da carga e do segundo período é garantir continuidade do deslocamento anterior do corpo sobre o pé apoiado.

Quanto à fase Oscilante, pode ser subdividida em fase inicial oscilante que corresponde a 60-73%, fase media oscilante a 73-87%, e por último, o balanço final representa 87-100% do ciclo de marcha.

As durações das fases e períodos do ciclo de marcha variam de acordo com a velocidade, pelo que, a duração tendo como base uma velocidade de 130 centímetros por segundo, corresponde a um padrão de normalidade numa marcha matura, em que a fase de apoio corresponde a 62% do ciclo e a fase oscilante a 38% do ciclo de marcha (Perry e Burnfield, 2010). Contudo, a duração destas fases poderá ser variável em crianças que ainda não apresentam um padrão de marcha maturo, o que ocorre geralmente entre os cinco e os sete anos (Zonta et al., 2010).

2.2.3. Marcha na Criança com Desenvolvimento Típico

A aquisição da marcha independente é um dos marcos do desenvolvimento mais importantes na vida da criança. Este padrão consiste no único meio de locomoção onde os membros superiores se encontram livres para explorar e interagir com o meio envolvente. Desta forma, a criança depois de ter adquirido marcha independente torna-se capaz de realizar um número infindável de experiências. Depara-se assim, com exigências de tarefas motoras totalmente novas para as quais tem de encontrar soluções e desenvolver novos comportamentos motores (Clark, & Phillips, 1993).

Durante a aquisição da marcha são observadas várias alterações no processo de desenvolvimento da criança, tais como, crescimento das dimensões corporais, maturação neural, maturação muscular e influência da prática dos movimentos (Adolph, Vereijken & Shrout, 2003). Adicionalmente, podem ser observadas mudanças no controlo postural, equilíbrio, força, posição dos membros superiores e integração das informações sensoriais (Brill & Breniere, 1992).

De acordo com Klavdianos e Gonçalves (1997), a evolução da marcha em crianças está diretamente associada ao desenvolvimento do sistema nervoso e ao crescimento músculo-esquelético. Contudo, outros investigadores (e.g. Clark & Phillips, 1993; Gallahue & Ozmun, 2001; Ivanenko et al., 2005), referem que apesar de a maturação desempenhar um papel

crucial na aquisição da marcha autónoma, os fatores ambientais como a estimulação e as *affordances* do meio são também essenciais para o desenvolvimento deste padrão fundamental de locomoção.

Deste modo, a aquisição da marcha independente destaca-se por ser uma atividade extremamente complexa, que envolve a interação de múltiplos sistemas em desenvolvimento, que interferem diretamente nos padrões da marcha, favorecendo o culminar num padrão considerado maturo (Sutherland, Kaufman & Moitza, 1998). Assim, o padrão de marcha das crianças é diferente do adulto, embora, a idade de aquisição de um padrão de marcha maturo seja ainda objeto de controvérsia, podendo variar dos 3.5 até aos 11 anos, de acordo com o método de análise utilizado (Sutherland et al., 1980; Ounpuu, Gage & Davis, 1991; Stansfield et al., 2001; Morais Filho, Reis & Kawamura, 2010). De acordo com Sutherland, Kaufman e Moitza (1998), o padrão maturo de marcha ocorre apenas por volta dos três anos de experiência, embora algumas alterações ocorram até a puberdade. Contrariamente, Ganley e Powers (2005) sugerem que aos 7 anos de idade, o padrão de marcha ainda não se encontra totalmente desenvolvido ou maturo, dado a inexistência de maturidade neuromuscular para gerar um padrão de marcha semelhante ao do adulto.

Alguns estudos destacam a emergência de estratégias adaptativas tais como o alargamento da base de apoio dos membros inferiores para manter a postura e facilitar o deslocamento (Brill e Breniere, 1992) e a elevação dos membros superiores, caracterizado por "*guarda alta*", com objetivo de manter a estabilidade (Payne & Isaacs, 2012). Outros investigadores (e.g. Adolph, Vereijken & Shrouf, 2003; Ivanenko, Dominicini & Lacquaniti, 2007) salientam também que na emergência da marcha independente, os latentes exibiam passos curtos e instáveis, base de suporte alargada, maior padrão de flexão da anca e do joelho na fase oscilante, além de uma velocidade da marcha menor.

Assim, à medida que o padrão de marcha se torna maturo, a velocidade e o tempo do apoio simples aumentam, e por sua vez, o tempo do duplo apoio diminui (Delalić, Kapidžić-Duraković & Tahirović, 2010). Deste modo, com o processo de desenvolvimento, verifica-se uma relação inversa entre a largura da base de apoio e o comprimento de passada (Adolph, Vereijken & Shrouf, 2003; Ivanenko, Dominicini & Lacquaniti, 2007; Delalić, Kapidžić-Duraković & Tahirović, 2010).

Para Pirpiris et al. (2003); van der Linden et al. (2002) a velocidade é considerada uma das características fundamentais da marcha humana, apresentando uma elevada influencia nos parâmetros espaço-temporais. Na opinião de Rose e Gamble (1998); Sutherland (1998)

quanto maior a velocidade da marcha, menor são os períodos de duplo apoio e, maior o período de apoio simples. Outros investigadores (e.g. Schwartz et al., 2008; Diopa et al., 2004; Stansfield et al., 2003; Stansfield et al., 2001; Murray et al., 1984) reportaram que a velocidade da marcha normal influencia os ângulos articulares, a força de reação do solo, os momentos articulares, a potência e os parâmetros espaço temporais analisados.

Neste âmbito, alguns investigadores (e.g. Sutherland et al., 1997; Stolze et al., 1997; Stanfield et al., 2003) salientam que as crianças atingiam o padrão maturo da marcha entre 3 anos e meio e 4 anos de idade quando analisadas variáveis cinemáticas angulares e variáveis espaço temporais normalizadas. Outros autores (e.g. Cupp et al., 1999; Hausdorff et al., 1999; Ganley & Powers, 2005; Chester, Tingley & Biden, 2006) destacam que relativamente à análise dos momentos e das potências articulares, ocorrem alterações na marcha relacionadas com a idade, em crianças com mais de 7 anos, principalmente para a articulação do tornozelo. Por último, os resultados de uma análise cinética e cinemática realizado por Ounpuu, Gage e Davis (1991), comprovaram que um padrão maturo de marcha ocorria antes dos 5 anos de idade.

Trabalhos mais recentes realizados por alguns investigadores (e.g. Dusing & Thorpe, 2007; Lythgo, Wilson & Galea, 2009; Holm et al., 2009) sugerem uma estabilização dos parâmetros da marcha básicos normalizados (por exemplo, comprimento do passo e velocidade da marcha) entre os 5 e os 13 anos, verificando-se, porém, poucas mudanças particularmente por volta dos 7 anos. Lythgo, Wilson, Galea (2009) acrescentam que as crianças apresentam menor tempo de apoio simples (ciclo de marcha normalizado) e um maior tempo de apoio duplo, comparativamente aos adultos jovens (idade: 19.6 anos).

Em síntese, a maturidade do padrão de marcha prende-se essencialmente com as seguintes determinantes: aumento da duração do apoio simples, aumento da velocidade da marcha, aumento do comprimento de passo, redução da cadência e diminuição da largura do passo (Sutherland et al., 1988; Ounpuu, Gage & Davis, 1991; (Keen, 1993). Sutherland et al., 1997; Sutherland, Kaufman & Moitza, 1998; Morais Filho, Reis & Kawamura, 2010).

2.2.4. Marcha na Criança com Paralisia Cerebral

A capacidade de caminhar é essencial para muitas atividades da vida diária. Muitas crianças com PC apresentam limitações na marcha, devido a distúrbios a nível do controlo neuromuscular e da estrutura músculo-esquelética dos membros inferiores. Isso pode restringir o seu desempenho funcional e a sua capacidade de participar em atividades da vida diária e situações sociais.

Cerca de 75% das crianças com PC espástica realizavam marcha de forma independente, apesar de a maioria apresentarem alterações nos padrões de marcha, comparativamente às crianças com desenvolvimento típico, como consequência da presença de espasticidade e/ou contraturas musculares em determinadas articulações (Sutherland, 1993; Rodda et al., 2004).

Por sua vez Beckung et al. (2008) defendem que 70% das crianças com PC adquirem a capacidade de realizar marcha, com ou sem produtos de apoio (canadianas, pirâmides ou andarilho), aproximadamente por volta dos cinco anos de idade, sendo que, os padrões de marcha observados podem diferir em função do subtipo clínico e dos níveis de severidade. Alguns investigadores (e.g. Cury et al., 2006; Tieman et al., 2007; Wu et al., 2004) referem que as crianças com PC com níveis de severidade mais ligeiros (I e II na GMFCS) adquirem a marcha mais precocemente e conseqüentemente a respetiva maturação, comparativamente às crianças com níveis moderados e severos (III e IV na GMFCS).

Uma das características mais marcantes na PC é a variabilidade da sua apresentação clínica (Liptak & Accardo, 2004). Deste modo, as crianças com PC apresentavam diferentes compromissos motores, que se refletem na performance do padrão de marcha (Guo, et al., 2001; Koman, et al., 2004), pelo que é possível observar algumas diferenças no processo de aquisição da marcha independente destas crianças (Brill & Breniere, 1992; Payne & Isaacs, 2012). Gage (2004) salientou que os problemas na marcha na criança com PC são principalmente causados por deficiências a nível das estruturas e funções do corpo, particularmente nas componentes neuro-músculo-esqueléticas.

Segundo Dietz e Berger (1995); Dietz (1997); Cheney (1997), a ocorrência de uma lesão no SNC antes da aquisição do padrão maturo da marcha normal, condiciona negativamente o desenvolvimento do padrão recíproco básico de ativação neuromuscular durante a locomoção. Contudo, McNevin, Coraci e Schafer (2000); e Unithan et al. (1996) defenderam que as crianças com PC podem demonstrar velocidades semelhantes às crianças com desenvolvimento típico, embora com um padrão da marcha ineficiente, responsável por um aumento significativo nos custos energéticos/metabólicos e da intensidade de trabalho a nível cardiorrespiratório.

Crenna et al., (1992) e Crenna e Inverno (1994), destacaram alguns mecanismos fisiopatológicos relevantes e reconhecidos como potenciais responsáveis pelas disfunções de movimento e por posturas locomotoras atípicas, observadas nas crianças com PC,

nomeadamente a nível dos membros inferiores e extensíveis a outras partes do corpo e, aos sistemas de processamento que incluem:

- componentes periféricos, não neurais relacionados com o osso e as propriedades visco-elásticas do músculo-tendão
- fatores centrais e de execução, incluindo alteração na ativação neuromuscular (componente parética), perda de seletividade no *output* neuromuscular (co-contracção), padrão de recrutamento anormal (EMGs) depois do estiramento (componente espástico) e persistência de programas motores imaturos (componente imatura);
- perturbação do processamento sensorial central e da integração sensório-motora;
- alteração das funções dos níveis superiores do SNC

As mudanças nas propriedades do músculo-tendão em crianças com PC espástica bilateral e unilateral são conhecidos por afetar preferencialmente, os seguintes músculos do membro inferior: tricípíte sural e o tibial posterior, quadricípíte, hamstrings, *gracilis*, e os adutores da anca e ilíopsoas. O aumento da rigidez passiva predominante nos músculos que atuam no plano sagital contribui para o equino ou posturas de marcha tipo *Crouch*, enquanto o encurtamento fixo dos músculos atua no plano frontal, contribui para a rotação medial e adução dos membros inferiores. Em determinadas formas mistas, também comum o envolvimento dos *hamstrings* mediais e do tricípíte sural, associada ao encurtamento dos adutores da anca (Rodda & Graham, 2001; Cooney et al., 2006).

A característica principal e mais complicada de um padrão de marcha imaturo precoce consiste na co-ativação dos músculos dos membros inferiores durante a fase de apoio (Cheney, 1997), também denominada como co-contracção muscular e definida como a ativação simultânea de grupos musculares agonistas e antagonistas num mesmo segmento funcional e num mesmo plano (Damiano, et al., 2000).

A maioria das crianças com PCE-U exibe uma excessiva co-contracção (Damiano et al., 2000; Fonseca, et al., 2001), que atua tanto como mecanismo compensatório para aumentar a estabilidade articular, limitar os graus de liberdade e proporcionar uma resposta pronta às perturbações (Gage & Novacheck, 2001), como uma estratégia motora que utiliza na execução de tarefas motoras mais exigentes, de forma a permitir uma maior estabilidade articular e, por último, funciona como um mecanismo com carácter protetor das estruturas musculares e ósseas envolvidas, por exemplo em movimentos balísticos (Damiano, et al., 2000).

Contudo, quando a co-contracção é excessiva, pode constituir uma barreira à execução correta do movimento e, em última instância, à realização da própria tarefa (Damiano, et al., 2000; Gracies, 2005a; Gracies, 2005b), e por fim, pode apresentar alguns efeitos negativos, tais como, aumento dos gastos energéticos e alteração da qualidade e quantidade do movimento. Deste modo, os padrões de marcha ditos não-funcionais, podem não ser mais do que o reflexo de estratégias de *coping*, em que o indivíduo explora as capacidades que possui, minimizando os custos metabólicos (Fonseca, et al., 2001; Gage, & Novacheck, 2001; Allen, Kautz, & Neptune, 2011).

Neste âmbito, a aquisição da marcha nas crianças com PC apresenta-se como um desafio devido a dificuldades em manterem o equilíbrio em situações estáticas, e em situações dinâmicas (Stakhouse et al., 2007). A variação na magnitude dos parâmetros da marcha, particularmente da velocidade expressiva de uma imaturidade nos padrões de marcha apresentados pelas crianças com PC, está relacionada com as alterações no crescimento músculo esquelético, desequilíbrios musculares e imaturidade do sistema nervoso central (Mann et al., 2008; Sutherland et al., 1998).

Adicionalmente, os parâmetros cinemáticos diferem em cada movimento articular, podendo encontrar-se diminuídos ou aumentados dependendo da extensão do envolvimento neurológico e dos mecanismos compensatórios utilizados. Normalmente a força muscular é insuficiente para responder às exigências da marcha e a espasticidade pode comprometer a qualidade de produção da ação muscular excêntrica durante a fase de apoio (Damiano, Dodd & Taylor, 2002). Assim, a grande variação na velocidade da marcha pode ser explicada pela fraqueza muscular observada em 50% das crianças com PC espástica unilateral e bilateral (diplegia) (Damiano & Abel, 1998). Vários investigadores (e.g. Damiano, Vaughan, Abel, 1995; Wiley & Damiano, 1998; Engsberg, Ross & Park, 1999; Engsberg et al., 2006) referiram que mesmo nos casos com níveis de severidade ligeiras, existia uma significativa fraqueza muscular, quando comparadas com os pares da mesma idade.

2.3. Intervenção

2.3.1. Tecnologia Assistida e Produtos de Apoio

O recurso à tecnologia assistida, nomeadamente às ortóteses dinâmicas (OD), é habitual na prática clínica, em crianças com PC (Ostensjø *et al.*, 2005), cuja seleção e uso devem permitir, uma solução efetiva e específica para as limitações funcionais do utente e por sua vez, uma maior autonomia funcional (Cury, Figueiredo & Mancini, 2013). Contudo, a

literatura não é consensual relativamente à sua prescrição, no que se refere ao tipo de ortóteses mais adequadas às crianças com disfunções neuromotoras, designadamente ortóteses estáticas ou rígidas (O'Brien e Bailey, 2008; Kuipers et al., 2009) versus ortóteses dinâmicas e flexíveis (Coghill e Simkiss, 2010; Elliott et al, 2011).

A designação ortótese dinâmica, prende-se com uma propriedade inerente ao seu design, que permite que o movimento ocorra, contrariamente às ortóteses e talas rígidas da tibiotalar, frequentemente usadas nas crianças com PC, que provocam restrição do movimento. Existem múltiplos tipos de OD, cujo desenho pode variar desde as ortóteses para todo o corpo, designadas por *Adelisuitt/Therasuitt*, *Dynamic Elastomeric Fabric Orthoses* (DEFO) e *Dynamic Movement Orthoses* (DMO) (Matthews, Blandford, Marsden, & Freeman, 2016), até às ortóteses rígidas e flexíveis, para determinados segmentos corporais, tais como, membro superior (ombro, cotovelo e mão) e membro inferior (coxa, perna, joelho e tornozelo/pé) (Edelstein & Brucker, 2002).

Relativamente ao *Therasuitt* (TS), objeto do presente estudo, consiste numa ortótese dinâmica macia, constituída por vários componentes: chapéu, colete, calções, joelheiras e adaptação para os sapatos (ganchos), que se interligam entre si através de bandas elásticas (Openheim, 2009). Estas bandas elásticas apresentam diferentes tamanhos oferecendo trações/compressões diferentes, com objetivo de inibir ou ativar a ação muscular de determinados músculos, conforme o sentido/direção da sua colocação, ajudando no suporte e controle do corpo no espaço. As bandas elásticas são colocadas de forma topográfica e devidamente ajustadas, de forma a espelhar os músculos, e a otimizar a posição dos segmentos funcionais dos membros, em função das necessidades individuais de cada criança (Semenova, 1997). A precisão oferecida pela tensão/compressão multidirecional, visa promover informação sensorial profunda para o sistema de *feedback* proprioceptivo, alinhamento do segmento funcional, maior consciência corporal, estabilidade central (*core*) e articular (proximal), e por último, um aumento da precisão da ativação muscular e do movimento (McPherson, 2002; Nemkova, Sologubov, Iavorski, 2000; 2002). Contudo, a evidência disponível permanece inconclusiva relativamente à sua eficácia (Lannin e Ada, 2003).

2.3.2. Abordagens Terapêuticas

As abordagens e técnicas terapêuticas utilizadas na prática clínica do fisioterapeuta, e que visam a minimização de todos os aspetos da disfunção tanto da postura como, do movimento presentes nas crianças com Paralisia Cerebral, podem contemplar as seguintes categorias: i) enfoque biomecânico; ii) enfoque neurofisiológico; iii) enfoque do desenvolvimento; e, iv) enfoque sensorial.

Neste âmbito, dada a grande complexidade inerente a esta condição clínica, desde sempre existiu uma grande diversidade de estratégias e filosofias de intervenção utilizadas pelos Fisioterapeutas (FTs) na (re)habilitação de crianças com PC (Bower, Michell, Burnett, Campbell & McLellan, 2001), com objetivo de promover a neuroplasticidade e melhorar o desempenho das atividades, designadamente, o conceito do Tratamento do Neuro Desenvolvimento (TND), segundo Bobath (Stokes, 2004), *Conductive Education* (Pedersen, 2000), *Constraint Induced Modified Therapy* (CIMT) (Charles & Gordon, 2005), *Context-focused therapy* (Darrah et al., 2011), *Goal-directed/functional training* (Mastos et al., 2007) e o *Suithrapy* (Semenova, 1997; Seifeldin, Noble, Jackson & Northrup, 2004; Nemkova, Sologubov, Iavorski, 2002; Liptak, 2005). Apesar desta multiplicidade de abordagens terapêuticas, os resultados de uma revisão sistemática, realizada por Novak et al. (2013), destacam como mais efetivas, o CIMT, o *Context-focused therapy*, o *goal-directed/functional training* e *home programmes*

Os últimos 10 anos, foram marcados pelo despertar de terapias complementares utilizadas em contexto clínico, das quais se destaca, o *Suithrapy* (ST). O projeto original precursor da ST, conhecido como o "*PenguinSuit*", foi desenvolvido no início da década de 70, pelo Centro Russo de Aeronáutica e Medicina Espacial, usado por astronautas em voos espaciais com uma função paliativa às condições espaciais, neutralizando os efeitos nocivos da ausência de gravidade e hipocinésia sobre o corpo (e.g., perda de densidade óssea, alteração da integração das respostas sensoriais, atrofia muscular, alteração da integração das respostas motoras, alterações cardiovasculares, e desequilíbrios dos fluidos corporais) (Bar-Haim et al., 2006; Rosenbaum, 2003). Adicionalmente, este equipamento era utilizado para a realização de exercícios, simulando efeitos da ação da gravidade, através de seus elásticos, durante as missões dos astronautas no espaço (Droppert, 1990; Convertino & Sandler, 1995).

Em meados dos anos 90, uma clínica na Polónia decidiu adaptar o ST para utentes com PC, surgindo assim, o *Adeli Suit* (AS), considerado o pioneiro com aplicação clínica nesta condição clínica. Até 2002, o AS era o único equipamento disponível na intervenção nesta condição clínica. Desde então, esta ortótese dinâmica com bandas elásticas e seus efeitos começaram a despertar o interesse da comunidade científica e dos profissionais de saúde, tendo recebido em todo o mundo, designações diferentes, de acordo com as respetivas patentes, tais como, o *TheraSuit* no Michigan (EUA) e o *NeuroSuit* na Geórgia (EUA), numa tentativa de dar respostas mais adequadas às necessidades dos sujeitos com disfunções neurológicas (Bar-Haim et al., 2006).

A literatura disponível, salienta múltiplos benefícios resultantes do ST, designadamente, modulação do tónus muscular, estabilidade postural, alinhamento corporal, correção dinâmica na manutenção de posturas contra-gravidade (e.g. posição ortostática), coordenação motora, equilíbrio, consciência corporal no espaço, estimulação tátil, proprioceptiva e vestibular, aumento da densidade óssea, contenção e fortalecimento dos músculos fracos e diminuição do desenvolvimento de contraturas e deformidades articulares (Bar-Haim *et al.*, 2006; Turner, 2006). Contudo, os estudos disponíveis apresentam na sua generalidade algumas limitações metodológicas, designadamente a nível da sua validade interna e externa.

A escassa evidência científica que comprovasse a efetividade do ST na população com PC, foi o ponto de partida e o estímulo, para a realização do primeiro estudo (Capítulo III), que consistiu numa revisão sistemática com meta-análise com objetivo de avaliar o estado da arte sobre a efetividade do *SuitTherapy* na funcionalidade da criança e do adolescente com PC, que respondesse à seguinte questão orientadora: *Qual a efetividade do SuitTherapy na funcionalidade da criança e do adolescente com Paralisia Cerebral?*

O Estudo 2 (Capítulo V) refere-se a um estudo do tipo de sujeito único com um desenho *quasi-experimental*, com objetivo de avaliar os efeitos imediatos do *Therasuit* no padrão de marcha de uma criança com Paralisia Cerebral espástica unilateral.

Por fim, o Estudo 3 (Capítulo VI) consiste num estudo piloto com uma metodologia, do tipo de múltiplos casos únicos com um desenho *quasi-experimental*, em sete crianças com diagnóstico médico, Paralisia Cerebral Espástica Unilateral, nível I e II (GMFCS), com o mesmo objetivo do estudo anterior.

2.4. Referências

- Adolph, K. E., Vereijken, B., Shroud, P. E. (2003). What changes in infant walking and why. *Child Dev*, 74(2), 475-97.
- Allen, J. L., Kautz, S. A., Neptune, R. R. (2011). Step length asymmetry is representative of compensatory mechanisms used in post-stroke hemiparetic walking. *Gait Posture*, 33(4),538-43.
- Andrada, G., Andrada, M., Folha T., Virella, D., on behalf of the Research Team of National Surveillance of Cerebral Palsy in Portugal. (2007). Validation of Assessment Scales for Communication and Oro-Motor Control of Children with Cerebral Palsy. *Proceedings of the 50th Annual Meeting of the European Society for Paediatric Research*.
- Andrada, M. G., Calado, E., Gouveia, R., Virella, D., Folha, T. (2009). Programa de Vigilância da Paralisia Cerebral aos 5 anos de idade. Federação das Associações Portuguesas de Paralisia Cerebral.
- Bar-Haim, S., Harries., N., Belokopytov, M., Frank. A., Copeliovitch, L., Kaplanski, J., Lahat, E. (2006). Comparison of efficacy of Adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 48(5), 325-30.
- Bartlett, D. J., Palisano, R. J. (2002). Physical Therapists' perceptions of factors influencing the acquisition of motor abilities of children with cerebral palsy: implications for clinical reasoning. *Physical Therapy*, 2002, 82(3), 237-48.
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., Jacobsson B., Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 47(8), 571-6.
- Beckung, E., Hagberg, G. (2002). Neuroimpairments activity limitations and participation restrictions in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 44(5), 309-16.
- Beckung, E., Hagberg, G., Uldall, P., Cans, C. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. (2008). Probability of walking in children with cerebral palsy in Europe. *Pediatrics*, 121(1),187-92.
- Bernstein, N. (1967). The co-ordination and regulation of movements. Oxford, New York, Pergamon Press.
- Bower, E., Michell, D., Burnett, M., Campbell, M. J., McLellan, D. L. (2001). Randomized controlled trial of physiotherapy in 56 children with cerebral palsy followed for 18 months. *Dev Med Child Neurol*, 43(1), 4-15.
- Bril, B., Breniere, Y. (1992). Postural Requirements and Progression Velocity in Young Walkers. *J Mot Behav*, 24(1), 105-16.
- Campbell, S., Vander Linden, D., Palisano, R. *Physical Therapy for Children*. (2006). USA: Saunders Elsevier (3^{ed}).
- Cans, C. (2000). Surveillance of Cerebral Palsy in Europe: A collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Dev Med Child Neurol*, 2000, 42, 816-24.
- Cans, C., Dolk, H., Platt, M. J., Colver, A., Prasauskiene, A., Krageloh-Mann, I. (2007). Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy: definition and classification of CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2007, 49(109), 35-38.

- Charles J., Gordon, A. M. (2005). A critical review of constraint-induced movement therapy and forced use in children with hemiplegia. *Neural Plast*, 12(2-3), 245-61, discussion 263-72. Review.
- Cheney, P. D. (1997). Pathophysiology of the corticospinal system and basal ganglia in cerebral palsy. *Ment Retardation Develop Disabilities Res Rev*, 3(2),153-67
- Chester, V. L., Tingley, M., Biden, E. N. (2006). A comparison of kinetic gait parameters for 3-13 years olds. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 21(7),726-32.
- Clark, J. E., Phillips, S. J. (1993). A longitudinal study of interlimb coordination in the first year of independent walking. *Child Dev*, 64(4), 1143-57.
- Crenna, P., Inverno, M., Frigo, C., Palmieri, R., Fedrizzi, E. (1992). Pathophysiological profile of gait in children with cerebral palsy. In: Forssberg H, Hirshfeld H (eds) *Movement Disorders in Children, Proceedings. Medicine and Sport Science Basel: Karger*, 36:186–98.
- Crenna, P., Inverno, M. (1994). Objective detection of pathophysiological factors contributing to gait disturbance in supraspinal lesions. In: Fedrizzi E, Avanzini G, Crenna P (eds) *Motor Development in Children*. London: J. Libbey, 103–18.
- Coghill, J. E., Simkiss, D. E. (2010). Question 1 Do lycra garments improve function and movement in children with cerebral palsy? *Archives of Disease in Children*, 95(5), 393-5.
- Convertino, V. A. (1996). Exercise as a countermeasure for physiological adaptation to prolonged spaceflight. *Med Sci Sports Exerc*, 28(8),999-1014.
- Cooney, K. M., Sanders, J. O., Concha, M. C., Buczek, F. L. (2006). Novel biomechanics demonstrate gait dysfunction due to hamstring tightness. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 21(1),59-66.
- Cupp, T., Oeffinger, D., Tylkowski, C., Augsburg, S. (1999). Age-related kinetic changes in normal pediatrics. *J Pediatr Orthop*,19(4),475-8.
- Cury, V. C. R., Mancini, M. C., Melo, A. P., Fonseca, S. T., Sampaio, R. F., Tirado, M. G. A. (2006). Efeitos do uso de órtese na mobilidade funcional de crianças com paralisia cerebral. *Rev Bras Fisiot*, 10(1), 67-74.
- Cury, V. C., Figueiredo, P. R., Mancini, M. C (2013). Environmental settings and families' socioeconomic status influence mobility and the use of mobility devices by children with cerebral palsy. *Arquivos de Neuro-Psiquiatr*, 71(2), 100-5.
- Damiano, D. L., Vaughan, C. L., Abel, M. F. (1995). Muscle response to heavy resistance exercise in children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 37(8),731-9.
- Damiano, D. L., Abel, M. F.(1998). Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*,79(2),119-25.
- Damiano, D. L., Martellotta, T. L., Sullivan, D. J., Granata, K. P., Abel, M. F. (2000). Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: Relationship of cocontraction. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(7),895-900.
- Damiano, D. L., Dodd, K., Taylor, N. F. (2002). Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? *Dev Med Child Neurol*, 44(1),68-72.

- Darrah, J., Law, M. C., Pollock, N., Wilson, B., Russell, D. J., Walter, S. D., Rosenbaum, P., Galuppi, B. (2011). *Dev Med Child Neurol*, 53(7),615-20.
- Delalić, A., Kapidžić-Duraković, S., Tahirović, H. (2010). Assessment of motor function score according to the GMFM-88 in children with cerebral palsy after postoperative rehabilitation. *Acta Med Acad*, 39(1), 21-9.
- Dietz, V. (1997). Neurophysiology of gait disorders: present and future applications,103(3),333-55.
- Dietz, V., Berger, W. (1995). Cerebral palsy and muscle transformation. *Dev Med Child Neurol*,37(2),180-4.
- Diopa, M., Rahmani, A., Belli, A., Gautheron, V., Geysant, A., Cottalorda, J. (2004). Influence of speed variation and age on ground reaction forces and stride parameters of children's normal gait. *J Pediatr Orthop B*,13(5),308-14.
- Droppert, P. M. (1990). The effects of microgravity on the skeletal system--a review. *J Br Interplanet Soc*, 43(1), 19-24.
- Dusing, S. C., Thorpe, D. E. (2007). A normative sample of temporal and spatial gait parameters in children using the Gaitrite1 electronic walkway. *Gait Posture*, 25(1),135-9.
- Duysens, J., Van de Crommert, H. W. (1998). Neural control of locomotion; Part 1: The central pattern generator from cats to humans. *Gait Posture*, 1;7(2), 131-141.
- Edelstein, J., Brucker J. (2002). *Orthotics: a comprehensive clinical approach*. Thorofare, NJ : Slack.
- Eliasson, A. C., Krumlinde-Sundholm, L., Rösblad, B., Beckung, E., Arner, M., Öhrvall, A. M., Rosenbaum, P. (2006). The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol*, 48(7), 549-54.
- Elliott, C., Reid, S., Hamer, P., Alderson, J., Elliott, B. (2011). Lycra arm splints improve movement fluency in children with cerebral palsy. 2011; *Gait and Posture*, 33(2), 214-9.
- Engsberg, J. R., Ross, S. A., Park, T. S. (1999). Changes in ankle spasticity and strength following selective dorsal rhizotomy and physical therapy for spastic cerebral palsy. *J Neurosurg*, 91(5):727-32.
- Engsberg, J. R., Ross, S. A., Collins, D. R., Park, T. S. (2006). Spasticity and strength changes as a function of selective dorsal rhizotomy. *J Neurosurg*, 105(1 Suppl),8-15.
- Fonseca, S. T., Holt, K. G., Saltzman, E., Fethers, L. (2001). A dynamical model of locomotion in spastic hemiplegic cerebral palsy: Influence of walking speed. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 16(9),793-805
- Gage, J. R. (2004). *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. Mac Keith Press, London.
- Gage, J. R., Novacheck, T. F. (2001). An update on the treatment of gait problems in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop B*, 10(4),265-74.
- Gallahue, D. L., Ozmun, J. C. (2001). *Compreendendo o desenvolvimento motor: Bebês, crianças, adolescentes e adultos (M. Araújo, Trans.)*. São Paulo: Phorte Editora.
- Ganley, K. J., Powers, C. M. (2005). Gait kinematics of 7-year-old children: a comparison to adults using age-specific anthropometric data. *Gait Posture*, 21(2),141-5.

- Gracies, J. M. (2005a). Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle Nerve*, 31(5):552-71.
- Gracies, J. M. (2005b). Pathophysiology of spastic paresis. I: paresis and soft tissue changes. *Muscle Nerve*, 31(5),535-51.
- Gorter, J. W., Rosenbaum, P. L., Hanna, S. E., Palisano, R. J., Bartlett, D. J., Russell, D. J., Walter, S. D., Raina, P., Galuppi, B. E., Wood, E. (2004). Limb distribution, type of motor disorder and functional classification of cerebral palsy: how do they relate? *Dev Med Child Neurol*, 46(7), 461-7.
- Guo, L., Su, F., Chou, Y. (2001). Gait symmetry in spastic diplegia of cerebral palsy. *FJPT*, 26(5),246-54.
- Harries, N., Kassirer, M., Amichai, T., Lahat, E. (2004). Changes over years in Gross Motor Function of 3-8-year-old children with cerebral palsy: using the gross motor function measure (GMFM-88). *Isr Med Assoc J*, 6(7), 408-11.
- Hausdorff, J. M., Zeman, L., Peng, C., Goldberger, A. L. (1999). Maturation of gait dynamics: stride to-stride variability and its temporal organization in children. *J Appl Physiol*, 86(3),1040-7.
- Holm, I., Tveter, A.T., Fredriksen, P. M., Vøllestad, N. (2009). A normative sample of gait and hopping on one leg parameters in children 7-12 years of age. *Gait Posture*, 29(2),317-21.
- Hutton, J. L., Pharoah, P. O. D. (2006). Life expectancy in severe cerebral palsy. *Arch Dis Child*, 91, 254-8.
- Inman, V. T., Ralston, H. J., Todd, F. (1994). Human locomotion. In: Rose J, Gamble JG, editors. *Human walking*. Baltimore: Williams & Wilkins, p. 3-22.
- Ivanenko, Y. P., Cappellini, G., Dominici, N., Poppele, R. E., Lacquaniti, F. (2005). Coordination of locomotion with voluntary movements in humans. *J Neurosci*, 3;25(31),7238-53.
- Ivanenko, Y. P., Dominici, N., Lacquaniti, F. (2007). Development of Independent Walking in Toddlers. *Exerc Sport Sci Rev*, 35(2), 67-73.
- Jonhson, A. (2002). Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Dev Med Child Neurol*, 44(9), 633-640.
- Keen, M. (1993). Early Development and Attainment of Normal Mature Gait. *JPO*, 5(2), 35-8.
- Klavdianos, A. C. D., Gonçalves, C. A. (1997). Forças de reação do solo durante o caminhar em crianças da faixa etária de 4 a 10 anos. In: VII Congresso Brasileiro de Biomecânica, Anais. Campinas, Ed. Unicamp, 347-51.
- Kirtley, C., Whittle, M. W., Jefferson, R. J. (1985). Influence of walking speed on gait parameters. *J Biomed Eng*, 7(4), 282-8.
- Koman. L. A., Smith, B. P., Shilt, J. S. (2004). Cerebral palsy. *Lancet*, 363(9421),1619-31.
- Krägeloh-Mann, I., Cans, C. (2009). Cerebral palsy update. *Brain Dev*, 31(7), 537-44.
- Krägeloh-Mann, I. (2000). *Magnetic resonance imaging in cerebral palsy in the management of spasticity associated with the cerebral palsies in children and adolescents*. New Jersey: Churchill Communication.
- Krigger, K. W. (2006). Cerebral palsy: an overview. *Am Fam Physician*, 73(1), 91-100.

- Kuipers, K., Rassafiani, M., Ashburner, S., Griffin, L., Worley, L., Moes, L., Fleming, J., Copley, J. (2009). Do clients with acquired brain injury use the splints prescribed by occupational therapists. A descriptive study. *NeuroRehabilitation*, 24(4), 365-75.
- Lai, D. T., Begg, R. K., Taylor, S., Palaniswami, M. (2008). Detection of tripping gait patterns in the elderly using autoregressive features and support vector machines. *J Biomech*, 41(8), 1762-72.
- Lannin, N. A., Ada, L. (2011). Neurorehabilitation splinting: Theory and principles of clinical use. *NeuroRehabilitation*, 28(1), 21-8.
- Liptak, G. S., Accardo, P. J. (2004). Health and social outcomes of children with cerebral palsy. *J Pediatr*. 2004 Aug;145(2 Suppl): 536-41.
- Liptak, G. S. (2005). Complementary and alternative therapies for cerebral palsy. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*,11(2), 156-63.
- Lythgo, N., Wilson, C., Galea, M.(2009). Basic gait and symmetry measures for primary school aged children and young adults whilst walking barefoot and with shoes. *Gait Posture*, 30(4),502-6.
- McNevin, N. H., Coraci, L., Schafer, J. (2000). Gait in adolescent cerebral palsy. The effect of partial unweighting. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(4),525-8.
- McPherson L. Adeli Suit. Institute for Complementary Practices: Fact Sheets 2002. Available from: [http:// cms.tc.columbia.edu/i/a/918_Adeliweb.pdf](http://cms.tc.columbia.edu/i/a/918_Adeliweb.pdf) (accessed 12 March 2015).
- Mann, L., Kleinpaul, J., Teixeira, C., Mota, C. (2008). A Marcha humana: investigação com diferentes faixas etárias e patologias. *Motriz rev educ fis*. Rio Claro, 14(3),346-53.
- Mastos, M., Miller, K., Eliasson, A. C., Imms, C. (2007). Goal-directed training: linking theories of treatment to clinical practice for improved functional activities in daily life. *Clin Rehabil*, 21(1),47-55.
- Matthews, M., Blandford, S., Marsden, J., Freeman, J. (2016). The use of dynamic elastomeric fabric orthosis suits as an orthotic intervention in the management of children with neuropathic onset scoliosis: A retrospective audit of routine clinical case notes. *Scoliosis Spinal Disord*, 31, 11-4.
- Mayer, M. (2002). Clinical neurokinesiology of spastic gait. *Bratisl Lek Listy*, 103(1),3-11.
- Morais Filho, M. C., Reis, R. A. Kawamura, C. M. (2010). Avaliação do padrão normal de movimento dos joelhos e tornozelos durante a maturação da marcha normal. *Acta Ortop Bras*, 18(1), 23-5.
- Morris, C. (2007). Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 49 (109), 3-7.
- Murray, M. P., Mollinger, L. A., Gardner, G. M., Sepic, S. B. (1984). Kinematic and EMG patterns during slow, free, and fast walking. *J Orthop Res*, 2(3),272-80.
- Nemkova, A. N. (2000). Regulation of vertical posture in patients with children's cerebral paralysis treated with the method of proprioceptive correction. *Aviakosm Ekolog Med*, 34, 40-6.
- Nemkova, S. A., Sologubov, E. G., Iavorski, A. B. (2002). New possibilities of the use of space technologies in the treatment of children with injuries of the central nervous system. *Aviakosm Ekolog Med*, 36(3), 55-8

- Nordmark, E., Hagglund, G., Lagergren, J. (2001). Cerebral palsy in southern Sweden II. Gross motor function and disabilities. *Acta Paediatr*, 90(11), 1277-82.
- Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., Stumbles, E., Salli-Ann Wilson, SA, Goldsmith, S. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol*, 55(10), 885-910.
- O'Brien, L., Bailey, M. (2008). Determinants of compliance with hand splinting in acute brain injured population. *Brain Injury*, 22(5), 411-8.
- Oppenheim, W. L (2009). Complementary and alternative methods in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 51(4), 122-9.
- O'Shea, T. Definition and classification of cerebral palsy - an epidemiologist perspective: definition and classification of CP. (2007). *Dev Med Child Neurol*, 47(109), 29-30.
- Ostensjø, S., Carlberg, E. B., Vøllestad, N. K. (2005). The use and Impact of assistive devices and other environmental modifications on everyday activities and care in young children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil*, 27(14), 849-61.
- Ounpuu, S., Gage, J. R., Davis, R. B. (1991). Three-dimensional lower extremity joint kinetics in normal pediatric gait. *J Pediatr Orthop*, 11(3), 341-9.
- Pakula A. T., Van, Naarden Brau, K., Yeargin-Allsopp, M. Cerebral palsy: classification and epidemiology. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2009, 20(3), 425-52
- Payne, V., Isaacs, L. (2012). *Human motor development: A lifespan approach*. 8^a ed. New York, NY. McGraw-Hill Education.
- Pennington, L., Virella, D., Mjøen, T., da Graça Andrada, M., Murray, J, et al. (2013). Development of The Viking Speech Scale to classify the speech of children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*, 34(10),3202-10.
- Perry, J. (2005). *Análise de marcha*. São Paulo. Manole.
- Perry, J., Burnfield, J. M. (2010). *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*. Slack Incorporated, New Jersey-
- Pirpiris, M., Wilkinson, A. J., Rodda, J., Nguyen, T. C., Baker, R. J., Natrass, G. R., Graham, H. K. (2003). Walking speed in children and young adults with neuromuscular disease: comparison between two assessment methods. *J Pediatr Orthop*, 23(3), 302-7.
- Rodda, J., Graham, H. K. (2001). Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: A basis for a management algorithm. *Eur J Neurol*, 8 (5):98-108.
- Rodda, J. M., Graham, H. K., Carson, L., Galea, M. P., Wolfe, R. (2004). Sagittal gait patterns in spastic diplegia. *J Bone Joint Surg Br*, 86(2),251-8.
- Rose, J., Gamble, J. G. (2002). Paralisia cerebral, novas perspectivas terapêuticas. *J Pediatr*, 78(1), 48-54.
- Rosenbaum, P., Walter, S.D., Hanna, S.E., Palisano, R.J, Russel, D.J., Raina, P., Wood, E., Bartlett, DJ., Galuppi, B. E. (2002). Prognosis for Gross Motor Function in cerebral palsy – creation of motor developmental curves. *JAMA*, 288(1), 1357-63.
- Rosenbaum, P. (2003). Controversial treatment of spasticity: exploring alternative therapies for motor function in children with cerebral palsy. *J Child Neurol, Suppl 1*, S89-94.

- Rosenbaum, P. (2009). Cerebral palsy in the 21st century: what's new? In Mprris, C., Condie, D., ed. Lit. Recent developments in healthcare for cerebral palsy: implications and opportunities for orthotics. Copenhagen, Denmark: International Society for Prosthetics and Orthotics, 25-39.
- Sackett, D. L., Rosenberg, W. M., Gray, J. A., Haynes, R. B., Richardson, W. S. (1996). Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ*, 312, 71–72.
- Schenker, R., Coster, W. J., Parush, S. (2005). Neuroimpairments, activity performance and participation in children with cerebral palsy mainstreamed in elementary schools. *Dev Med Child Neurol*, 47(12), 808-14.
- Schwartz, M. H., Rozumalski, A., Trost, J. P. (2008). The effect of walking speed on the gait of typically developing children. *J Biomech*, 41(8),1639-50.
- Seifeldin, R., Noble, C., Jackson, A., Northrup, J. (2004). The Use of Suit Therapy in Childhood Cerebral Palsy-A Pilot Study. *Dev Med Child Neurol*, 46,740-5
- Sellier, E., Platt, M. J., Andersen, G., Krageloh-Mann, I., de la Cuz, J., Cans, C. (2016) Decreasing prevalence in cerebral palsy: a multi-site European population-based study, 1980 to 2003. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58 (1), 85-92.
- Semenova, K. A. (1997). Basis for a method of dynamic proprioceptive correction in the restorative treatment of patients with residual-stage infantile cerebral palsy. *Neurosci Behav Physiol*, 27, 639–43.
- Stackhouse, C., Shewokis, P. A., Pierce, S. R., Smith, B., McCarthy, J., Tucker, C. (2007). Gait initiation in children with cerebral palsy. *Gait Posture*, 26(2),301-8.
- Stanley, F., Blair, E., Alberman, E. (2000). Cerebral palsies: epidemiology and causal pathways. London: Mac Keith Press. (Clinics in Developmental Medicine; 151).
- Stansfield, B. W., Hillman, S. J., Hazlewood, M. E., Lawson, A. A., Mann, A. M., Loudon, I. R., Robb, J. E. (2001). Sagittal joint kinematics, moments, and powers are predominantly characterized by speed of progression, not age in normal children. *J Pediatr Orthop*, 21(3), 403-11.
- Stansfield, B. W., Hillman, S. J., Hazlewood, M. E., Lawson, A. M., Mann, A. M., Loudon, I. R., Robb, J. E. (2003). Normalisation of gait data in children. *Gait Posture*, 17(1),81-7.
- Stokes, M. (2006). Physical management in neurological rehabilitation. Edingburg: Elsevier Mosby, 2nd ed.
- Stolze. H., Kuhtz-Buschbeck, J. P., Mondwurf, C., Boczek-Funcke, A., Jöhnk, K., Deuschl, G., Illert, M. (1997). Gait analysis during treadmill and overground locomotion in children and adults. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 105(6),490-7.
- Sutherland, D. H., Olshen, R., Cooper, L., Woo, S. L. (1980). The development of mature gait. *J Bone Joint Surg Am*, 62(3), 336-53.
- Sutherland, D. H., Olshen, R. A., Biden, E. N., Wyatt, M. P. (1988). The development of mature walking. Oxford: Mac Keith Press.
- Sutherland, D. H., Davids, J. R. (1993). Common gait abnormalities of the knee in cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res* ,(288),139-47.
- Sutherland, D. H. (1997). The development of mature gait. *Gait Posture*, 6(2),163-70.

- Sutherland, D. H., Kaufman, K. R., Moitosa, J. R. (1998). Cinemática da marcha humana normal. In: Rose J, Gamble, JG. *Marcha Humana*. 2ª ed; São Paulo: Premier, 23-44.
- Thomas-Stonell, N., Greenberg, J. (1988) Three treatment approaches and clinical factors in the reduction of drooling. *Dysphagia*, 3(2), 73–78.
- Thorpe, D. E., Dusing, S. C, Moore, C. G. (2005). Repeatability of temporospatial gait measures in children using the GAITRite electronic walkway. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(12),2342-6.
- Tieman, B., Palisano, R. J., Gracely, E. J., Rosenbaum, P. L. (2007). Variability in mobility of children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*, 19(3),180-7.
- Turner, A. E. (2006). The efficacy of Adeli suit treatment in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 48, 324.
- Unithan, V. B., Dowling, J. J., Frost, G., Bar-Or, O. (1996). Role of cocontractions in the O2 costs of walking in children with cerebral palsy. *Med Sci Sports Exerc*, 28(12),1498-504.
- van der Linden ML, Kerr. A. M., Hazlewood, M. E., Hillman, S. J., Robb, J. E. (2002). Kinematic and kinetic gait characteristics of normal children walking at a range of clinically relevant speeds. *J Pediatr Orthop*, 22(6), 800-6.
- Vaughan, B. L., Davis, J. C., O'Connor, J. C. (1992). *Dynamics of Human Gait*, 2ª ed. Kiboho Publisher, Cape Town, South Africa.
- Virella, D., Andrada, M. G., Cadete, A. R., Gouveia, J. A., Folha, T., Calado, E. (2016). *Vigilância Nacional da Paralisia Cerebral aos 5 anos de Idade - Crianças Nascidas entre 2001 e 2007*. Federação das Associações Portuguesas de Paralisia Cerebral.
- Wiley, M, E., Damiano, D. L.(1998). Lower-extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 40(2),100-7.
- World Health Organization (WHO). (2007). *International classification of functioning and health: Children and youth version: ICF-CY*. Geneva.
- Wu, Y. W., Day, S. M., Strauss, D. J., Shavelle, R. M. (2004). Prognosis for ambulation in cerebral palsy: A population-based study. *Pediatrics*, 114(5), 1264-71.
- Zonta, M., Júnior, A., Camargo, R., Dias, F., Santos, L. (2010). Two-dimensional analysis of gait asymmetry in spastic hemiplegia. *Einstein (Sao Paulo)*,8(3),343-9.

CAPÍTULO III. Eficácia do SuitTherapy na funcionalidade de crianças e adolescentes com Paralisia Cerebral - Revisão Sistemática com Meta-Análise.

3.1. Resumo

OBJETIVO: Esta revisão sistemática com meta-análise apresenta uma análise da eficácia de *SuitTherapy* (ST) na funcionalidade de crianças e adolescentes com Paralisia Cerebral (PC).

MÉTODO: Realizou-se uma revisão sistemática com metanálise. Cinco revisores independentes pesquisaram de forma sistemática em cinco bases de dados eletrônicas desde o início da base de dados até Maio de 2014. Os estudos incluídos foram avaliados quanto à qualidade metodológica com a escala *PEDro*. A metanálise (agrupada a partir de 110 participantes) e a dimensão dos efeitos sobre todos os estudos incluídos foram avaliados com *G de Hedges*.

RESULTADOS: Dos 46 estudos identificados, 4 preencheram os critérios de inclusão. A estimativa da dimensão do efeito global dos estudos incluídos revelou-se positiva, mas pequena ($q = 0,33$, IC 95% 0,06, 0,59), demonstrando uma eficácia estatisticamente significativa do TS na funcionalidade em crianças e adolescentes com PC ($p = 0,013$).

CONCLUSÃO: Não foi encontrada uma evidência sólida na eficácia do uso de TS na melhoria da funcionalidade (GMFM) em crianças e adolescentes com PC. Estudos adicionais e ensaios clínicos randomizados são claramente necessários, antes de determinar os benefícios e a eficácia que suportem o uso desta intervenção em contexto clínico.

Palavras-chave: *Suit Therapy*, Paralisia Cerebral, Funcionalidade, Função motora, Fisioterapia

3.2. Metodologia

A presente revisão sistemática com meta-análise foi realizada em conformidade com as recomendações de *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher et al.,2009), tendo sido formulada uma questão de pesquisa PICOS, em que a população (P) se referia a crianças e adolescentes com paralisia cerebral), a intervenção (I) ao *Suit Therapy*, a comparação (C), com outras abordagens terapêuticas ou protocolos de intervenção, designadamente terapia convencional e/ou Conceito de Tratamento do Neurodesenvolvimento (TND), os resultados/*outcomes* (O), a funcionalidade e o desenho dos estudos (S), estudos experimentais com aleatorização da amostra (RCTs) (Wieseler & McGauran, 2010).

Os RCTs encontram-se no topo da pirâmide da evidência, sendo considerados os modelos experimentais mais fiáveis devido ao rigor metodológico exigido e são considerados os *gold standart trial* para avaliar a efetividade de intervenções nos cuidados de saúde, pois controlam melhor o risco de viés (Akobeng, 2004).

3.2.1. Métodos de Pesquisa de Identificação dos Estudos

A pesquisa foi realizada em cinco bases de dados: *Medline*; CENTRAL (*Cochrane Central Register of Controlled Trials*); LILACS; OVIDSP; e, PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*). De acordo com o objetivo do presente estudo, as expressões de pesquisa para a Medline e CENTRAL foram: '*cerebral palsy*' AND ('*motor function*' OR '*functionality*' OR '*functioning*') AND ('*suit*' OR '*pedia suit*' OR '*thera suit*' OR '*adeli suit*' OR '*modified suit*' OR '*neuro suit*' OR '*penguin suit*' OR '*bungy suit*'). A expressão de pesquisa foi adaptada para as outras bases de dados (PEDro, LILACS e OVIDSP).

3.2.2. Critérios de seleção

Critérios de Inclusão

Os critérios de inclusão considerados foram os seguintes: (1) RCTs reportados em revistas de revisão por pares; (2) idiomas: Inglês, Português, Espanhol e Francês; (3) estudos que investigassem o efeito do *SuitTherapy* independentemente do tipo de protocolo usado (*PediaSuit*, *TheraSuit*, *NeuroSuit*, *Adeli Suit*, *Penguin suit*, or *Bungy suit*); (4) estudos cujas amostras incluíssem crianças e adolescentes (0-18 anos de idade) com um diagnóstico médico de Paralisa Cerebral, independentemente do subtipo e do nível de gravidade (GMFCS); e (5) estudos que reportassem a funcionalidade como resultado primário, avaliada por instrumentos padronizados e reconhecidos internacionalmente, designadamente, o *Gross Motor Function Measure* (GMFM) - 66 ou 88 itens, e a *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI).

Critérios de exclusão

Por sua vez, os critérios de exclusão foram: (1) intervenção com recurso a outros tipos de ortóteses dinâmicas; (2) participantes com outros diagnósticos médicos (por exemplo, doenças neuromusculares) ou com idade superior a 18 anos; e (3) se os resultados não incluíssem pelo menos uma medida de avaliação da funcionalidade, avaliadas no pré-tratamento, pós-tratamento e/ou *follow-up*.

3.2.3. Período de recuo na publicação

Dada a escassez de estudos relacionados com a temática em análise, o *SuitTherapy*, não foi considerado um período de recuo, pelo que esta abrangeu todos os artigos existentes em revistas de pares e/ou jornais que respondessem à nossa questão orientadora e obedecessem aos critérios de inclusão exclusão pré-estabelecidos, publicados até ao dia 30 de Maio de 2014.

3.2.4. Idioma da Publicação

Os idiomas selecionados foram o Português, o Inglês, o Espanhol e o Francês.

3.2.5. Gestão dos dados

Os artigos obtidos na pesquisa, foram transferidos para um *software* de gestão de referências bibliográficas para publicação de artigos científicos, *EndNote X7* (Thomson Reuters, Philadelphia, PA, USA).

3.2.6. Seleção dos Estudos

A seleção dos estudos foi realizado por cinco revisores independentes e constituiu-se das seguintes fases: numa primeira fase, foram eliminados os artigos duplicados, de forma automática através do programa *EndNote X7* e manualmente, com base no título e respetivo resumo; na segunda fase, foram lidos os resumos dos artigos por todos os revisores individualmente para a eliminação dos artigos irrelevantes, ou seja, os que não cumprissem os critérios de inclusão ou não respondessem à questão de pesquisa. Numa fase seguinte, os artigos remanescentes (classificados como relevantes para o estudo ou que se encontravam em dúvida) foram lidos na íntegra, pelos cinco revisores de forma independente, com o objetivo de validar a coerência com os critérios de seleção estabelecidos. No final de cada fase, os revisores reuniram-se, a fim de deliberarem um consenso final. A figura 3.1 representa o fluxograma que ilustra todo o processo de revisão.

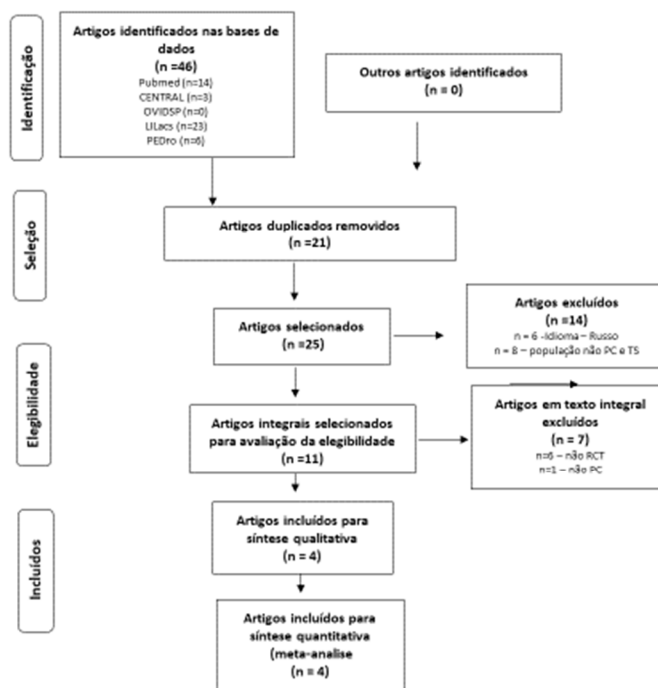


Figura 3.1. Fluxograma da seleção dos estudos

3.2.7. Extração dos Dados

Cada um dos cinco revisores, de forma independente, extrai, documentou, e registou as características gerais dos 4 RCTs selecionados, tendo os resultados sido verificados quanto à sua precisão, pelo primeiro autor. Os revisores não foram cegos para o autor(es), instituição(ões) ou periódicos. Para cada estudo, foram retiradas as seguintes informações: autor(es), ano de publicação, tipo de desenho do estudo, dimensão da amostra, instrumentos de medida aplicados, protocolos utilizados e resultados obtidos.

Para calcular as dimensões do efeito dos resultados selecionados, foram utilizados os tamanhos das amostras, os valores médios e os desvios de padrão dos momentos de avaliação (*baseline*, *post-tratamento* e *follow-up*). Os resultados eram variáveis contínuas. Os autores dos ensaios clínicos incluídos foram contactados, sempre que necessário, de forma a recuperar dados que se considerassem importantes e se apresentassem omissos.

3.2.8. Avaliação da qualidade metodológica dos estudos

Todos os estudos incluídos foram classificados qualitativamente, quanto ao seu rigor metodológico, com base na *Physiotherapy Evidence* (PEDro), por cinco revisores independentes, e os desacordos de pontuação foram resolvidos por consenso, com apoio da primeira autora.

Esta escala apresenta níveis moderados de confiabilidade entre avaliadores (ICC= 0,68; IC 95% = 0,57-0,76) e discordâncias entre os mesmos que podem ser resolvidas por discussão e consenso, quando possível (Sampaio & Mancini, 2007).

A escala PEDro baseia-se numa lista Delphi, que consiste numa lista de critérios para avaliar a qualidade metodológica de ensaios clínicos randomizados para a realização de revisões sistemáticas (Verhagen, de Vet, de Bie, 1998). De acordo com Foley, Teasell, Bhogal, Speechley (2003), os estudos com uma pontuação entre 9 e 10 são considerados metodologicamente de qualidade "excelente", os com uma pontuação de 6 a 8, de "boa" qualidade, os com uma pontuação entre 4 e 5, de qualidade "razoável", e por último, os com uma pontuação inferior a 4, de "má qualidade".

3.2.9. Análise Estatística

Os dados foram sintetizados usando um modelo de efeito fixo, devido ao número limitado de estudos (<5) disponíveis (Borenstein, Hedges, Higgins, Rothstein, 2009). A dimensão de efeito refere-se à diferença de média padronizada com a correção do *Hedges's G* (Hedges, 1981) para amostras pequenas, interpretadas de acordo com as diretrizes de Cohen (1992) (valores de 0,20, 0,50 e 0,80, correspondem a pequenos, médios e grandes efeitos, respetivamente) e intervalos de confiança de 95% (ICCs) também foram derivados para cada dimensão do efeito.

Numa pesquisa que usa *randomized controlled trials* (RCTs) e os resultados medidos numa escala contínua, o índice *d* e o *Hedges's G* corresponde à dimensão do efeito e é o método usado com maior frequência (Turner & Bernard, 2006). Segundo Cohen (1988), o valor de *Hedges's G* é interpretado como *d de Cohen* (ou seja, efeito pequeno: $d = 0,20$, efeito médio: $d = 0,50$, efeito grande: $d = 0,80$).

Os valores *Z* e correspondentes valores de *p* foram considerados como indicadores da significância dos efeitos. Foram realizadas duas análises, uma para cada momento de medida (*baseline vs pós-tratamento* e *baseline vs follow-up*). Para o estudo de Mahani et al. (2011), foram calculadas dimensões de efeito composto, ou seja, como mais do que uma intervenção (vs um grupo de controlo) e incluídas na meta-análise.

As análises foram verificadas quanto à heterogeneidade usando estatística *Q de Cochran* (1954), para a qual uma significância do valor *p* ($p < 0,05$) demonstra que os estudos não compartilham a dimensão do efeito, e a estatística I^2 , que avalia a proporção da dispersão observada, causada por diferenças reais nas verdadeiras dimensões de efeito. O I^2 varia entre

0% e 100% ($I^2 < 25\%$, sem heterogeneidade; $I^2 = 25-50\%$, heterogeneidade moderada; $I^2 > 50\%$, heterogeneidade grande ou extrema) (Higgins, Thompson, Deeks, & Altman, 2003). O viés de publicação foi examinado por inspeção visual para assimetria do *funnel plot* e o teste de Egger (Sterne & Egger, 2001) para confirmar a impressão visual. Para confirmar a validade dos resultados obtidos, meta-análise para a comparação entre os valores *Baseline* e Pós-tratamento foi repetido, excluindo o estudo de Alagesan et al. (2011), que utilizou uma versão diferente da medida (GMFM-88). As análises foram realizadas usando o *Meta-Analysis Software* versão 3 (Biostat, Englewood, NJ, EUA) (Borenstein, Hedges, Higgins & Rothstein, 2005).

A heterogeneidade estatística foi avaliada pelo *Q de Cochran*, calculado como a soma ponderada das diferenças elevadas ao quadrado, entre os efeitos individuais do estudo e o efeito combinado entre os estudos, sendo os pesos calculados, com base no método de magnitude de efeito. O *Q de Cochran* foi utilizado para testar a hipótese nula de que todos os efeitos do tratamento são equivalentes. Se p fosse menor que 0,10, a heterogeneidade era considerada estatisticamente significativa. A heterogeneidade também foi quantificada utilizando a métrica de I^2 , que é independente do número de estudos incluídos na meta-análise e pode variar de valores negativos para 100% ($I^2 < 25\%$, sem heterogeneidade; $I^2 = 25-50\%$, heterogeneidade moderada; $I^2 > 50\%$, heterogeneidade grande ou extrema) (Higgins, Thompson, Deeks, & Altman, 2003).

Este teste de gestão de dados, a análise estatística e a visualização gráfica foram realizadas usando o *software Comprehensive Meta-Analysis (RevMan 2.2)*.

Os estudos representados no *forest plot*, encontram-se ilustrados nas figuras 3.2 e 3.3, e referem-se a comparações entre o grupo experimental e o grupo controle, nos dois momentos (pré versus pós-tratamento ou pré versus *follow-up*). A Figura 3.2 representa a dimensão do efeito considerando os resultados medidos com os itens GMFM-66 ou 88, que foram os instrumentos de medição de resultados comuns nos estudos incluídos na meta-análise e a Figura 3.3 representa a dimensão do efeito relativo a um estudo medidos com o instrumento PEDI.

3.3. Resultados

3.3.1. Estudos selecionados

Na primeira etapa, foram identificados 46 artigos potencialmente relevantes, resultante da estratégia de pesquisa. Após a remoção dos artigos duplicados, restaram 25 artigos. Após remoção de 14 dos artigos, 6 por apresentarem um idioma russo, e 8 como resultado da triagem realizada com base na leitura dos títulos e dos resumos, por não cumprirem os critérios de inclusão (população não PC e intervenção não TS), restaram 11 potenciais artigos que foram recuperados em texto integral para análise. Por fim, 7 destes artigos foram igualmente excluídos por não cumprirem os critérios de inclusão (não serem RCTs), pelo que apenas 4 estudos foram elegíveis e incluídos na revisão para posterior análise (Figura 1).

Os 4 estudos incluídos nesta revisão foram publicados no período entre 2006 e 2011. A tabela 3.1 apresenta um quadro descritivo do resumo dos estudos incluídos. No total, esses estudos incluíram 110 participantes. O número médio de participantes em cada ensaio foi de 12,3 (DP: 2,52) com uma idade média de 6 anos 11 meses (DP:1ano 10meses). Dois dos estudos RCTs compararam o tratamento do *Adelisuit* (AST) com o TND (Mahani, Karimloo & Amirjalali, 2011; Bar-Haim, Harries, Belokopytov, Frank et al., 2006), um outro, comparou o ST modificado com terapia convencional (Alagesan & Shetty, 2010), e por fim, o estudo de Bailes, Greve, Burch, Reder et al., 2011), comparou o protocolo *TheraSuit* com um tratamento classificado como outra abordagem terapêutica (*suit adaptado*).

3.3.2. Características dos estudos incluídos

Os quatro RCTs apresentam uma grande variabilidade, no que concerne às características (idade, subtipos e nível de gravidade da PC), instrumentos utilizados para avaliar a funcionalidade da criança e do adolescente, e quanto aos protocolos de intervenção (duração, frequência, intensidade) (Tabela I).

3.3.3. Amostra

Os estudos incluíram crianças com PC com diferentes níveis de severidade (I, II, III, IV e V), no GMFCS, subtipos de PC (espástica, atáxica e disquinética) e distribuição topográfica dos sinais motores (unilateral e bilateral).

3.3.4. Medidas de resultados

A medida de resultados primária consistiu na alteração da funcionalidade, com recurso a instrumentos de medida padronizados, nomeadamente o *Gross Motor Function Measure*

(GMFM) (49) e o PEDI (50). Tanto o *Gross Motor Function Measure* como o *Pediatric Evaluation of Disability Inventory*, são considerados instrumentos sensíveis na avaliação das alterações funcionais ao longo do tempo em crianças com PC (Ketelaar, Vermeer & Helders, 1998; Vos-Vromans, Ketelaar & Gorter, 2005). A primeira intenção, consistia em avaliar os efeitos do *SuiTherapy* na funcionalidade funcionamento, tendo por base todas as dimensões do modelo conceptual da Classificação Internacional da Funcionalidade da Saúde para Crianças e Jovens (CIF CJ).

No entanto, todos os estudos incluídos na nossa revisão, apenas se focaram na dimensão da atividade, mais concretamente na função motora global. Apenas um dos estudos, Bailes et al. (2011), utilizou o inventário PEDI, que avalia o autocuidado, a mobilidade e a função social. Esta escala inclui 197 habilidades dividida em nove domínios, que incluem a os domínios da atividade e da participação, segundo a CIF-CJ.

Todos os estudos incluídos nesta revisão (Bar-Haim et al., 2006; Mahani, Karimloo & Amirjalali, 2011; Bailes et al., 2011; Alagesan & Shetty, 2010), apresentam em comum, o uso do GMFM (66 ou 88 itens), como medida para determinar as mudanças na função motora das crianças com PC, que tem grande relevância clínica, permitindo uma uniformização da informação, bem como a quantificação dos resultados de intervenção.

Três estudos (Bar-Haim et al., 2006; Bailes et al., 2011; Mahani, Karimloo & Amirjalali, 2011), utilizaram a versão GMFM-66 itens e o restante (Alagesan & Shetty, 2010), utilizou a versão GMFM-88 itens. Outro sistema de classificação padronizado e amplamente utilizado, o GMFCS, foi relatado em três dos estudos (Bar-Haim et al., 2006; Bailes et al., 2011; Mahani, Karimloo & Amirjalali, 2011). Este sistema de classificação da severidade do GMFCS, baseia-se nos conceitos de habilidades e limitações na função motora. Nestes estudos, o GMFCS foi utilizado para classificar o nível de gravidade da amostra com PC, e não como medida de resultado. O GMFCS, não é sensível na avaliação de pequenas alterações na função motora, consistindo num sistema que distingue os diferentes níveis de severidade, com base nas capacidades funcionais, necessidade de tecnologia assistida e qualidade do movimento (Palisano, Rosenbaum, Walter, Russell et al., 1997).

O GMFM reflete aspetos da dimensão da atividade na CIF-CJ, e de acordo com a literatura, tem sido documentado como apresentando boa confiabilidade, validade e capacidade de resposta (Bjornson, Graubert, Buford, McLaughlin, 1988; Wei, Su-Juan, Yuan-Gui, Hong et al., 2006).

De acordo com Ostensjo, Carlberg e Vollestad (2004), o GMFM com base na CIF, classifica o domínio da atividade, a mobilidade (d4) e o domínio da estrutura/função, as alterações neuro-músculo-esqueléticas (b7). Ambas as versões do GMFM (66 ou 88 itens) foram consideradas uma ferramenta clínica desenhada para avaliar as mudanças na função motora das crianças com PC, ao longo do ciclo de vida. O GMFM é considerado um instrumento quantitativo, fácil de administrar que avalia a função motora, com base nas etapas motoras das crianças com desenvolvimento típico. Largamente utilizado na prática clínica, particularmente dos fisioterapeutas, e fornece uma descrição detalhada da função motora da criança, de forma a permitir uma definição mais realista dos objetivos, permitindo também avaliar a eficácia da intervenção (Russell, Avery, Rosenbaum, Raina et al., 2000; Russell, Rosenbaum, Avery & Lane, 2002).

3.3.5. Descrição dos estudos

Bar-Haim et al. (2006) compararam a intervenção *Adelisset therapy* com o conceito do Tratamento do Neurodesenvolvimento 24 crianças com PC espástica (diplegia e quadriplegia) e níveis de severidade II, III ou IV (GMFCS). Os resultados revelaram melhorias significativas nos scores da GMFM, após 1 mês no grupo AST e após 9 meses no grupo TND. Relativamente ao índice de eficiência mecânica, verificaram-se melhorias no grupo AST após 10 meses, particularmente em crianças com scores mais elevados (GMFM-66) (momento *baseline*). No grupo sujeito à intervenção com TND, não se verificaram alterações. Quanto à manutenção das habilidades motoras, avaliado 9 meses pós-tratamento (momento *follow-up*), não se observaram diferenças significativas entre os grupos AST e TND. Na generalidade, este estudo demonstrou que o tratamento intensivo com AST resultava em melhorias significativas na função motora a curto-prazo, 1 mês pós-tratamento ($p = 0,037$), contudo não se verificou a manutenção destes ganhos a longo-prazo (9 meses pós-tratamento). Por outro lado, o grupo TND só apresentou melhorias na função motora no momento *follow-up*. Em suma, inferia-se que o tratamento intensivo com AST, apenas resultava em ganhos a curto prazo, contrariamente ao método tradicional TND, que revelava mais ganhos a longo-prazo (Tabela 3.1).

Alagesan & Shetty (2010), compararam a terapia modificada com ST com a terapia convencional, em 30 crianças com o diagnóstico de PC espástica diplegia. O nível de severidade das crianças não foi especificado de acordo com o GMFCS. Os resultados mostraram diferenças significativas, entre os grupos ($p = 0,030$), o que indicou que a terapia modificada com ST foi eficaz na melhoria da função motora em crianças com PC espástica diplegia (Tabela 3.2).

Mahani, Karimloo & Amirsalari (2011), estudaram 36 crianças com diagnóstico de PC espástica (diplegia e quadriplegia) e PC distônica (tetraplégia) com níveis de severidade I, II, III e IV (GMFCS), divididas em três grupos, sujeitos a diferentes tipos de intervenções: terapia modificada com *Adeli Suit* (MAST), terapia com AST e terapia com TND. Os resultados, revelaram que após 4 semanas pós-tratamento, o grupo MAST apresentou scores no GMFM significativamente superiores, comparativamente aos outros dois grupos ($p \leq 0,001$), embora não se tenham ocorrido diferenças significativas entre o grupo AST e o grupo TND ($p = 0,272$). Estes resultados foram também confirmados no período *follow-up* (16 semanas pós-tratamento), em que se verificaram diferenças significativas entre os grupos MAST e AST ($p \leq 0,001$) e entre os grupos MAST e TND ($p = 0,001$), embora estas diferenças não tenham sido encontradas entre os grupos AST e TND ($p = 0,379$). Em conclusão, este estudo revelou que o MAST juntamente com a fisioterapia convencional foi eficaz na melhoria da função motora global em crianças com PC espástica (diplegia) (Tabela 3.3).

Por último, Bailes et al. (2011) compararam os efeitos do protocolo *SuitTherapy*, com o uso da ortótese TS, sem as bandas elásticas. A amostra constituída por 20 crianças diagnosticadas com PC (sem subtipo especificado) e com nível de severidade III (GMFCS), dividida em dois grupos de intervenção: o grupo experimental usava o TS completo, com as bandas elásticas; o grupo de controle, o TS sem bandas elásticas. Não foram encontradas diferenças significativas 4 ou 9 semanas pós-tratamento, entre os dois grupos tanto no GMFM-66, como nos domínios do PEDI. Contudo, foram encontradas diferenças significativas, intra-grupos, no GMFM-66, no grupo de controle, e em quatro das medidas de resultado, no grupo experimental, designadamente, no GMFM-66 e nos seguintes domínios do PEDI: *Functional skills self-care*, *Caregiver assistance self-care* e *Functional skills mobility scale*. Em conclusão, os resultados não forneceram evidências significativas de que o uso do TS foi mais eficaz do que um programa de terapia intensiva com TS sem bandas elásticas, na função motora em crianças com PC, nível III no GMFCS (Tabela 3.4).

Tabela 3.1. Resumo do estudo Bar-Haim et al. (2006)

Estudo	Critérios Seleção	Amostra	Variáveis / Instrumentos	Protocolo Intervenção	Resultados
Bar-Haim et al. (2006)	<p>Critérios Inclusão: diagnóstico PC; 6 a 12 anos de idade; níveis II, III e IV, no GMFCS; Sem cirurgias ortopédicas ou aplicação BTX-A, nos 6 meses prévios. Consentimento informado dos pais das crianças.</p> <p>Critérios exclusão: luxação da anca e escoliose, grau elevado de espasticidade, epilepsia não controlada, hidrocefalia, encefalopatia progressiva e miopatias</p>	<p>24 crianças distribuídas aleatoriamente:</p> <p><i>Adeli suit therapy</i> (AST) (n=12)</p> <p>Tratamento Neuro-Desenvolvimento (TND) (n=12)</p>	<p><i>Gross Motor Function Measure</i> (GMFM – 66)</p> <p><i>Mechanical Efficiency Index</i> (EI HB)</p>	<p>Ambos grupos foram tratados: 2 h diárias, 5 dias/semana; duração de 4 semanas. Durante o estudo as crianças interromperam outros tratamentos e mantiveram as atividades escolares e recreativas (40 horas)</p> <p>AST - <i>Adeli suit therapy</i>, segundo o protocolo original russo.</p> <p>TND - Tratamento Neuro-Desenvolvimento</p> <p>Ambos Grupos: testados no momento <i>baseline</i> e pós 1 mês de intervenção com AST e TND e novamente 9 meses mais tarde (follow-up).</p>	<p>GMFM-66:</p> <p>AST – aumento significativo entre <i>baseline</i> and pós-tratamento (1-mês) nos scores (p<0,037);</p> <p>TND - aumento significativo entre <i>baseline</i> and pós-tratamento (10 meses) nos scores (p<0,006).</p> <p><i>Mechanical Efficiency Index:</i></p> <p>AST – Melhoria significativa 10m pós-tratamento (p<0,05), Ganhos mais notáveis nas crianças com scores mais elevados no GMFM no momento <i>baseline</i>.</p> <p>TND – não se verificaram alterações ao longo do tempo.</p>

Abreviaturas: GE – Grupo Experimental; GC – Grupo Controle; GMFCS - Gross Motor Function Classification System; CA – Caregiver Assistance Scale; FS – Functional Skills Scale; GMFM -Gross Motor Function Measure; PEDI- Pediatric Evaluation Disability Inventory; TND – Tratamento do Neuro-Desenvolvimento; AST- Terapia com AdeliSuit; MAST- Terapia modificada com Adelisuit; TS – Therasuit; ST - SuiTherapy

Tabela 3. 2. Resumo do estudo Alagesan et al. (2010)

Estudo	Critérios Seleção	Amostra	Variáveis / Instrumentos	Protocolo Intervenção	Resultados
Alagesan et al. (2010)	<p>Critérios inclusão: crianças com PC espástica (diplegia), com idades compreendidas entre os 4 e 12 anos.</p> <p>Critérios de exclusão: subluxação ou luxação da anca, fratura da coluna e/ou membros, escoliose severa, convulsões, atraso mental, espasticidade severa com contraturas e qualquer outra deformidade congênita</p>	<p>30 crianças distribuídas aleatoriamente</p> <p>Terapia convencional, com <i>Suit</i> modificado (GE) (n=15)</p> <p>Terapia Convencional (GC) (n=15);</p>	<p>Gross Motor Function Measure (GMFM-88)</p>	<p>Ambos os grupos foram tratados: 2H/diárias; duração 3 semanas. Foram permitidos repousos de 20 minutos (30 horas).</p> <p>GE – terapia convencional, com o uso do <i>Suit</i> Modificado (colete, calções, joelheiras e sapatos com adaptações;</p> <p>GC - terapia convencional.</p>	<p>Ambos grupos revelaram diferenças estatisticamente significativas no GMFM (p<0,001).</p> <p>No pós-tratamento, os resultados foram melhores significativamente no GE do que no GC (p=0,03)</p>

Abreviaturas: GE – Grupo Experimental; GC – Grupo Controle; GMFCS - Gross Motor Function Classification System; CA – Caregiver Assistance Scale; FS – Functional Skills Scale; GMFM -Gross Motor Function Measure; PEDI- Pediatric Evaluation Disability Inventory; TND – Tratamento do Neuro-Desenvolvimento; AST- Terapia com AdeliSuit; MAST- Terapia modificada com Adelisuit; TS – Therasuit; ST - SuiTherapy

Tabela 3.3. Resumo do estudo Mahani et al. (2011)

Estudo	Crítérios Seleção	Amostra	Variáveis / Instrumentos	Protocolo Intervenção	Resultados
Mahani et al. (2011)	<p>Crítérios de Inclusão: Diagnóstico de PC; Sem cirurgias ortopédicas ou aplicação BTX-A, nos 6 meses prévios; Níveis I, II, III e IV (GMFCS); Consentimento informado e dos pais das crianças</p> <p>Crítérios de exclusão: escoliose marcada, deslocação da anca, graus elevados de espasticidade e baixo nível de funcionalidade (nível V na GMFCS), convulsões não controladas, hidrocefalia, encefalopatia progressiva, miopatia, doença renal ou cardíaca.</p>	<p>36 crianças divididas equitativamente em três grupos:</p> <p>G1 – Terapia com <i>Adeli Suit</i> modificado (MAST) (n=12);</p> <p>G2 - Terapia com <i>Adeli Suit</i> (AST) (n=12);</p> <p>G3 – Tratamento Neuro-Desenvolvimento (TND)</p>	Gross Motor Function Measure (GMFM-66)	<p>As crianças dos três grupos receberam: tratamento 2 h/dia, 5 dias/semana; duração: 4 semanas (40 horas).</p> <p>Grupo AST - 1 hora preparação das estruturas (alongamentos musculares); 1 hora com o <i>Adeli suit</i> realizaram exercícios de fortalecimento (musc fracos) e otimização do alinhamento e de posturas funcionais.</p> <p>Grupo TND - 1 hora preparação das estruturas (alongamentos musculares); 1 hora de prática de atividades funcionais (posição de sentado, passar de sentado para a posição de pé e realizar marcha).</p> <p>Grupo MAST - 1 hora preparação das estruturas (alongamentos musculares); 1 hora de prática de atividades funcionais em contexto lúdico com o <i>suit</i>.</p> <p>Depois do tratamento, todas as crianças receberam o tratamento tradicional de terapia ocupacional, durante 16 semanas, 2 vezes/semana, 45 min/sessão.</p>	<p>Os grupos não apresentavam na condição <i>baseline</i> diferenças significativas nos scores do GMFM (p= 0,965).</p> <p>O grupo MAST apresentou scores superiores no GMFM, comparativamente aos outros dois grupos, 4 semanas pós-tratamento (p<0,001) e 16 semanas pós-tratamento (p<0,001 entre o Grupo MAST e AST; e entre os grupos MAST e TND (p=0,001)</p> <p>Inexistência e diferenças entre os grupos AST e TND, nos dois momentos.</p>

Abreviaturas: GE – Grupo Experimental; GC – Grupo Controle; GMFCS - Gross Motor Function Classification System; CA – Caregiver Assistance Scale; FS – Functional Skills Scale; GMFM -Gross Motor Function Measure; PEDI- Pediatric Evaluation Disability Inventory; TND – Tratamento do Neuro-Desenvolvimento; AST- Terapia com AdeliSuit; MAST- Terapia modificada com AdeliSuit; TS – Therasuit; ST - SuiTherapy

Tabela 3.4. Resumo do estudo de Bailes et al. (2011)

Estudo	Critérios Seleção	Amostra	Variáveis / Instrumentos	Protocolo Intervenção	Resultados
Bailes et al. (2011)	<p>Critérios inclusão: crianças entre os 3 e os 8 anos de idade; diagnóstico de PC, nível III no GMFCS; não tenham participado em programas intensivos anteriormente; capazes de seguir instruções.</p> <p>Critérios de exclusão: sem cirurgia ortopédica no último ano; sem tratamento com BTX-A nos últimos 3 meses; sem história de rizotomia seletiva; déficit de atenção; diagnóstico de autismo; convulsões não controladas.</p>	<p>20 crianças distribuídas aleatoriamente e em dois grupos:</p> <p>GE: Protocolo Therasuit (n=10)</p> <p>GC: <i>Therasuit</i> sem bandas elásticas (n=10)</p>	<p>Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI); Gross Motor Function Measure (GMFM-66)</p>	<p>Ambos grupos receberam: Intervenção, 4 h diárias, durante 5 dias/semana, num período de 3 semanas (60 horas).</p> <p>GE – Protocolo <i>Therasuit</i> com as bandas elásticas (colete, calções, joelheiras e sapatos com adaptações);</p> <p>GC – Protocolo <i>Therasuit</i> sem bandas elásticas (colete e calções).</p> <p>O programa de intervenção de cada criança foi individualizado em função dos respetivos objetivos e ganhos funcionais. No final do protocolo experimental (3 semanas), cada criança recebeu um programa individualizado para casa a realizar durante 1h/por dia, durante o período entre a 4ª e a 9ª semana.</p>	<p>Inter-Grupos: ausência de diferenças significativas.</p> <p>Intra-Grupos: GMFM-66</p> <p>GE – Aumento nos scores entre o momento <i>baseline</i> e as 9 semanas pós-intervenção (p=0,003);</p> <p>GC – aumento scores o momento <i>baseline</i> e as 9 semanas pós-intervenção (p=0,036).</p> <p>Intra-Grupos: PEDI</p> <p>GE – 4 semanas pós-tratamento vs <i>baseline</i> – melhorias no domínio: PEDI CA <i>self-care</i> (p=0,042); 9 semanas pós-tratamento vs. <i>baseline</i> – melhorias nos domínios: PEDI FS <i>self-care</i> (p=0,044); PEDI CA <i>self-care</i> (p=0,015) e PEDI FS <i>mobility</i> (p=0,006); 9 semanas pós-tratamento vs. 4 semanas pós-tratamento – melhorias no domínio PEDI FS <i>mobility</i> (p=0,032).</p> <p>GC – Ausência de diferenças significativas</p>

Abreviaturas: GE – Grupo Experimental; GC – Grupo Controle; GMFCS - Gross Motor Function Classification System; CA – Caregiver Assistance Scale; FS – Functional Skills Scale; GMFM -Gross Motor Function Measure; PEDI- Pediatric Evaluation Disability Inventory; TND – Tratamento do Neuro-Desenvolvimento; AST- Terapia com AdeliSuit; MAST- Terapia modificada com Adelisuit; TS – Therasuit; ST - SuiTherapy

As características dos participantes relativamente às pontuações obtidas no GMFM e o número de sessões recebidas durante o programa de tratamento para cada estudo estão apresentadas na Tabela 3.5.

Tabela 3. 5. GMFM (%), pós-tratamento com o ST (GE vs GC)

Estudos	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC
Bar-Haim et al (2006)	12	12	II, III, IV	II, III, IV	54,4	52,2	55	52,9	54,7	54,1	40	40
Alagesan et al (2010)	15	15	--	--	59,22	51,7	63,16	53,25	--	--	30	30
Mahani et al (2011)	12	12	I, II, III, IV	I, II, III, IV	85	85 82	118	101* 94**	124	98* 91**	40	40
Bailes et al (2011)	10	10	III	III	47,93	51,34	49,1	52,61	50,08	54,37	60	60

Legenda: Grupo Controle (GC*=G2); (GC**=G3); Grupo Experimental (GE)

3.3.6. Nível de Qualidade metodológica dos estudos

O *score* na escala PEDro para cada estudo está listado na Tabela 3.6. A pontuação média dos quatro estudos foi de 6,25 (intervalo interquartil 5-8). Um estudo (Alagesan et al., 2010) apresentou uma pontuação de 5, dois estudos uma pontuação de 6 (Bar-Haim et al., 2006; Mahani et al. (2011)), e o restante estudo (Bailes et al., 2011) obteve uma pontuação de 8, refletindo uma qualidade que variam entre "razoável" e "boa", respetivamente.

Conforme ilustrado na Tabela 3.6, os quatro estudos especificaram os critérios de elegibilidade (indicador 1), considerado uma garantia na validade externa. Quanto aos restantes critérios, todos os estudos garantiram a distribuição aleatória dos participantes (critério 2), semelhança dos grupos no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes no momento *baseline* (critério 4), os avaliadores que mediram pelo menos um resultado – chave, fizeram-no de forma cega) (critério 7), as medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado chave (critério 10), as medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado – chave (critério 11). Apenas o estudo de Alagesan et al. (2010) não apresentou as medições de pelo menos um resultado-chave em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos (critério 8). O estudo de Bailes et al. (2011) foi o único que cumpriu os critérios da escala da PEDro, referente à distribuição cega dos avaliadores (critério 3) e intenção de tratamento (critério 9). Por fim, nenhum dos 4 RCTs, satisfez os critérios 5 e 6, que se relacionam com a participação cega dos participantes e a administração cega das terapias pelos fisioterapeutas, respetivamente.

Tabela 3.6. Qualidade metodológica dos 4 RCTs, segundo a escala da PEDro

Estudos	Critérios de rigor metodológicos											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Bar-Haim et al. (2006)	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6
Alagesan et al. (2010)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5
Mahani et al. (2011)	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6
Bailes et al. (2011)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8

3.3.7. Meta-análise da intervenção dos estudos

As Figuras 3.2 e 3.3 apresentam os *forest plots* para a meta-análise. Os dados brutos da função motora no pós-tratamento estavam disponíveis nos quatro estudos (Figura 3.2), sendo que para o momento *follow-up*, apenas estavam disponíveis em três dos estudos (Figura 3.3).

No momento pós-tratamento, foi observada uma dimensão de efeito significativo embora pequena ($g = 0,46$; IC a 95%: 0,10-0,82; $z = 2,51$, $p = 0,01$). O ensaio realizado por Mahani et al. (2011) revelou uma maior dimensão de efeito ($g = 1,22$), o de Alagesan et al. (2010), revelou uma dimensão de efeito marginal ($g = 0,20$) e os restantes dois ensaios (Bar-Haim et al., 2006; Bailes et al., 2011), por sua vez, apresentaram dimensões de efeitos não significativos e triviais ($g = 0,03$ e $g = 0,02$), respetivamente.

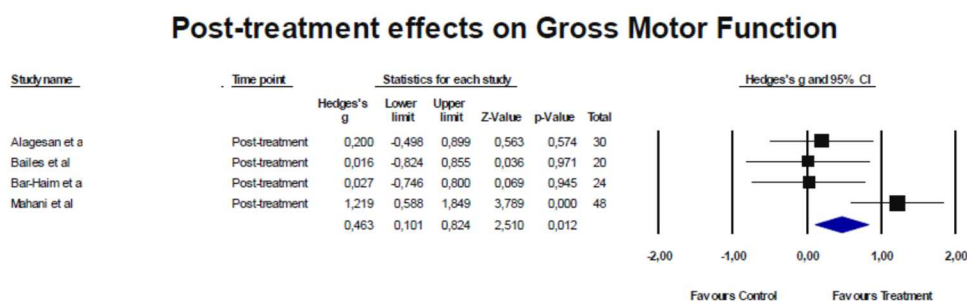


Figura 3.2. Representação da dimensão do efeito pré vs pós-tratamento

Adicionalmente, foram realizadas análises de sensibilidade repetindo as análises primárias, com a exclusão do estudo de Alagesan et al. (2010), que utilizou uma versão diferente do GMFM. A exclusão deste estudo levou a um aumento da magnitude dos efeitos do tratamento de 0,10. Houve evidência de heterogeneidade moderada entre os ensaios ($Q = 8,38$, $p = 0,04$, $I^2 = 64\%$).

No momento *follow-up*, verificou-se um efeito global semelhante ($g = 0,47$; IC 95%: 0,03-0,90). O estudo de Mahani et al. (2011), apresentou um grande efeito significativo ($g = 1,33$), o de Bar-Haim et al. (2006) um efeito negativo ($g = 0,43$) e o de Bailes et al. (2011) um

efeito trivial ($g = 0,15$). Foi também verificada uma grande heterogeneidade entre os quatro RCTs incluídos ($Q = 12,04$, $p = 0,002$, $I^2 = 83\%$), contudo, não houve indicação de viés de publicação para nenhum dos pontos avaliados.

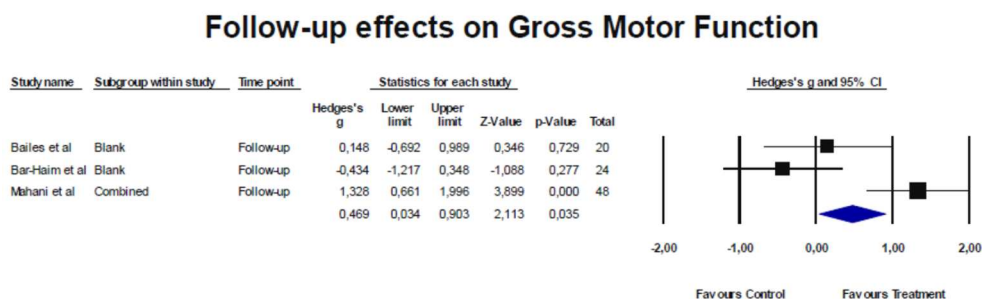


Figura 3.3. Representação da dimensão do efeito no follow-up

3.4. Discussão

O objetivo desta revisão sistemática com meta-análise foi determinar a eficácia do *SuitTherapy* na funcionalidade em crianças e adolescentes com PC. Os quatro estudos (todos RCTs) incluíram uma evidência de qualidade "razoável a boa" (Foley et al., 2003). A pontuação média na escala da PEDro (Foley et al., 2003; Bailey, 1987) foi de 6,25, variando entre o mínimo de 5 e o máximo de 8, o que sugere credibilidade dos resultados. Por questões éticas, em estudos clínicos desta natureza, torna-se difícil cumprir, os critérios relacionados com a distribuição cega dos participantes e dos fisioterapeutas (PEDro).

Com base em estudos anteriores, foi formulada a hipótese de que o ST teria um efeito positivo na função motora de crianças e adolescentes com PC. Os resultados da nossa pesquisa apontam para efeitos limitados do ST na função motora global de crianças e adolescentes com PC, tendo sido encontrados pequenas dimensões de efeito combinado ($g = 0,46$ para o pós-tratamento e $g = 0,47$ para o *follow-up*) e níveis consideráveis de heterogeneidade entre os estudos incluídos.

Deste modo, e face às limitações metodológicas presentes nesta investigação, os resultados merecem uma interpretação cautelosa.

3.4.1. Considerações metodológicas

Algumas limitações podem ser mencionadas, tais como as restrições no idioma, tendo sido apenas revistos artigos publicados em inglês, francês, espanhol e português, o que pode ser responsável por um potencial viés nos estudos selecionados, ao se terem excluídos artigos

publicados em russo, que pode ter comprometido a não inclusão de estudos potencialmente relevantes.

Outra das limitações, prende-se com o pequeno número de estudos RCT elegíveis de boa qualidade e as técnicas meta-analíticas, que apesar de apresentarem vantagens consideráveis na inferência sobre os efeitos do tratamento, comparativamente à análise narrativa, também apresentam limitações e desafios. Devemos ter em consideração que a qualidade de uma meta-análise resulta da qualidade dos estudos incluídos e a interpretação dos resultados deve ser conduzida dentro de um rigor metodológico permitindo uma análise abrangente dos estudos incluídos (Greenland, 1994).

Na presente revisão, o número limitado de estudos e as pequenas dimensões das amostras de cada estudo (variando de 10 a 15 participantes, num total de 110 participantes), podem limitar seriamente as conclusões dos efeitos em cada momento de avaliação, uma vez que os efeitos não significativos podem dever-se ao baixo poder estatístico (Borenstein et al., 2005), e no contexto do modelo de efeito fixo, os efeitos combinados são em grande parte influenciados por estudos com amostras maiores. Adicionalmente, o viés da publicação, constitui também uma séria ameaça à validade das meta-análises. Embora a inspeção do viés de publicação não tenha revelado assimetria significativa na presente revisão, pode ser devido à baixa potência na deteção de assimetrias reais, como resultado do número limitado de estudos incluídos (Begg & Berlin, 1988). Além disso, também assumimos que os dados relatados nos estudos se referem aos participantes que receberam apenas o tratamento referido na intervenção descrita nos estudos, contudo, deveremos considerar a possibilidade de os participantes terem realizado outros tipos de tratamento/abordagens terapêuticas, particularmente nos estudos que incluíram intervalos maiores entre os momentos de avaliação pré vs pós-intervenção vs *follow-up*. Outra limitação importante é a variabilidade das características dos participantes relativamente à pontuação no GMFM e no número de sessões incluídas nos protocolos de intervenção (Tabela 3.5).

Uma consideração adicional está relacionada com os níveis de severidade de PC, no GMFCS e a pontuação no GMFM-66/88 que os participantes apresentavam no momento *baseline*. Apenas o estudo de Bailes et al. (2011) incluiu crianças com níveis de severidade semelhante (nível III no GMFCS) em ambos os grupos (experimental e controle). Dois dos estudos incluíram participantes com uma grande variação nos níveis de severidade (níveis I a IV, GMFCS) (Mahani et al, 2011; Bar-Haim et al, 2006) e o estudo de Alagesan et al. (2010) não apresentou qualquer referência a estes níveis (Tabela 3.5).

Outro aspeto importante prende-se com a grande importância da relação entre a idade e o nível de severidade (GMFCS). Uma criança mais jovem com um nível I ou II (GMFCS) apresenta geralmente um melhor prognóstico de desenvolvimento, comparativamente a uma criança com mais idade e com níveis de severidade IV ou V (GMFCS) (Rosenbaum, Palisano, Cameron, et al., 2008). As estimativas do prognóstico motor nas crianças com PC necessitam de uma avaliação prévia da função motora global com o GMFM (Rebel, Rodrigues, Araújo, Corrêa, 2010). Além disso, outras variáveis devem ser consideradas, o subtipo de PC, a distribuição topográfica dos sinais ou sintomas, a coexistência de problemas associados (cognição, epilepsia e alterações sensoriais e perceptivas), bem como os fatores contextuais (económicos e sociais) e a ausência de tratamento.

Outra preocupação prende-se com uso de diferentes versões do GMFM (66 e 88 itens) na avaliação da função motora global. Nesta revisão, a maioria dos estudos utilizou a versão GMFM-66, com exceção do estudo de Alagesan et al (2010), que usou a versão GMFM 88 itens. Embora ambas as versões avaliem as mudanças na função motora global ao longo do tempo, o GMFM-66 é uma versão revista do GMFM-88 em que se procedeu a uma conversão das pontuações numa escala intervalar, contrariamente ao GMFM 88 que é uma escala ordinal. De acordo com Wang e Yang (2006), a capacidade de resposta das duas versões do GMFM para crianças com PC foi analisada e os resultados mostraram uma grande diferença na capacidade de resposta entre GMFM-66 e GMFM-88, designadamente nos aspetos da discriminação entre melhorias ou ausência de melhorias motoras, com significância clínica. Tendo em consideração este aspeto, os resultados do estudo de Alagesan et al (2010) onde foi usado o GMFM 88, merecem uma interpretação cuidadosa, dado que esta versão apresenta maior taxa de falso-positivos, pelo que os resultados favoráveis revelados neste estudo poderão não ser clinicamente significativos.

O inventário PEDI é uma medida útil que complementa o GMFM, ao fornecer informação relacionada com a funcionalidade no contexto das atividades da vida diária (Berg, Jahnsen, Frøslie, Hussain, 2004). Uma vez que apenas o estudo, Bailes et al. (2011), usou este instrumento como medida de resultados adicional, os mesmos não foram incluídos na meta-análise. Futuros estudos devem considerar o uso do PEDI, conjuntamente com o GMFM, de forma, por um lado, validar os resultados dos programas de intervenção, permitir uma avaliação mais detalhada da funcionalidade das crianças com PC, no seu ambiente diário, e por outro lado, responder à necessidade de uma avaliação da criança nos domínios, não só da atividade, como da participação, segundo a CIF CJ.

De acordo com Kunz et al. (2006), é crucial uma normalização dos instrumentos utilizados nesta população, de forma a permitir uma comparação de resultados dos estudos, uma vez que a grande diversidade de instrumentos utilizados, constitui uma barreira na comparação de resultados inter-estudos nas crianças com PC. Deste modo, salientamos a importância da utilização de instrumentos válidos e fiáveis para resultados relacionados com os domínios da atividade e da participação social, de forma a permitir uma melhor compreensão do impacto das diferentes técnicas e/ou abordagens terapêuticas na vida diária das crianças com PC.

3.4.2. Considerações Terapêuticas

No que concerne, à descrição dos protocolos utilizados, três dos estudos incluídos nesta revisão (Alagesan et al., 2010; Bar-Haim et al., 2006; Bailes et al., 2011), não procederam a uma especificação detalhada do tipo de atividades e exercícios realizados pelos participantes, nos diferentes protocolos de intervenção, tanto nos grupos experimentais (*SuiTherapy*), como nos grupos de controle (tratamento convencional e/ou TND). Teria sido importante uma descrição mais detalhada do programa de exercícios aplicados em cada condição. Apenas o estudo de Mahani et al. (2011), relata detalhes suficientes do protocolo realizado, designadamente sobre os exercícios aplicados durante as sessões de tratamento.

De acordo com Anttila et al., a disponibilização de descrições de protocolo permite a identificação das componentes ativas do tratamento, e permite a replicação e uma transferência correta para outras situações. Relativamente ao facto de as crianças receberem ou não outro tipo de intervenções complementares durante o período de aplicação dos protocolos, apenas o estudo de Bailes et al. (2011), relatou que os participantes não receberam nenhuma outra forma de terapia ocupacional direta ou fisioterapia durante o protocolo do estudo para controlar os efeitos das co-intervenções. A presença de potenciais co-intervenções potenciais (tais como intervenções adicionais e treinamento domiciliar de pais com seus filhos) permanece omissa na maioria dos estudos, o que pode ter influenciado os resultados. Adicionalmente, fatores ambientais, tais como, o apoio dos pais em casa e as atividades de lazer podem ter um efeito sobre as competências funcionais das crianças com PC.

Uma outra limitação diz respeito à duração do protocolo. Embora todos os estudos usassem intervenções intensivas curtas, a sua duração variou consideravelmente, entre uma intensidade de 2 a 4 horas por dia, durante um período de 3 a 4 semanas (Tabela 3.5), não

existindo assim, um consenso sobre a duração adequada dos programas de *SuiTherapy* utilizados.

Liptak (2005) defendeu que os tratamentos podem ser administrados de 30 minutos a 2 horas por dia, 5 a 6 dias por semana durante 4 semanas; Koscielny (2004) sugeriu sessões de 2 a 4 horas, 5 ou 6 dias por semana, durante 3 ou 4 semanas; e Trahan e Malouin (2002) defenderam que um programa intermitente de quatro sessões por semana, durante um período de 4 semanas, pode ser bem tolerado, quando intercalado com períodos de repouso, e acrescentaram que os ganhos a nível da função motora resultantes destes programas, persistiam durante os períodos de repouso. Os resultados apontaram para a necessidade de reconsiderar uma re-organização dos programas de (re)habilitação motora, a fim de se encontrar um padrão adequado em termos de intensidade (sem fadiga), e que proporcione simultaneamente condições práticas para a consolidação das competências motoras adquiridas durante os programas de terapia intensiva.

A discussão sobre os benefícios dos programas intensivos versus intermitentes não é nova. Os resultados de Christiansen e Lange (2008) revelaram que tanto a fisioterapia intermitente como a intensiva foram eficazes e não resultavam em diferentes medidas de resultado no GMFM-66 entre dois grupos de crianças com PC. O Bower, Michell, Burnett et al. (2001) revelaram que a fisioterapia intensiva, em contraste com uma abordagem de tratamento dirigida a metas colaborativas, melhorou os resultados do GMFM. No entanto, esta tendência não foi significativa e diminuiu no período de *follow-up*. Ustad, Sorsdahl, Ljunggren (2009) destacaram que as recomendações sobre a frequência de fisioterapia para crianças e adolescentes com PC podem ser desafiadoras, uma vez que é importante considerar a idade, os problemas médicos, o atraso motor, bem como as condições e suporte familiar.

Outra fonte potencial de influência nos resultados do tratamento é a experiência do terapeuta e o raciocínio clínico subjacente nas tomadas de decisão clínica. Apenas Bailes et al. (2011) forneceram informações sobre o nível de especialização dos fisioterapeutas envolvidos. Todos os outros estudos, não fazem qualquer referência a este aspeto. Na opinião de Jensen, Shepard, Gwyer, Hack (1992), os clínicos mais experientes apresentam um maior e mais seguro nível de conhecimentos, comparativamente aos profissionais recém-formados. Estudos mostram que os fisioterapeutas com maior auto-consciência e confiança nas decisões clínicas, capacidade de resolução de problemas e de comunicação com os utentes, são mais responsivos nas suas interações terapêuticas com os utentes, o que lhes permite, por um lado,

lidar melhor com as barreiras contextuais, e por outro, desenvolver estratégias adaptativas de resolução de problemas mais eficazes.

Por fim, outra preocupação relaciona-se com a dificuldade em avaliar adequadamente a eficácia de cada protocolo de intervenção (AST, MAST ou *TheraSuit*). Estudos que usam a mesma metodologia, mas com protocolos diferentes, seria necessário entender os efeitos diferenciais de cada um deles. Somente o estudo de Bailes et al. (2011) analisou os diferentes componentes do ST e avaliou os efeitos isolados do *Suit*.

Em conclusão, a implementação de um programa de fisioterapia para crianças com PC apresenta uma grande complexidade, como resultado por um lado, do grande número de fatores que podem agir de forma independente e interdependente, tais como, o tipo de intervenção e sua intensidade, a opção por uma abordagem padronizada ou individualmente adaptada, e a experiência ou *expertise* dos terapeutas (Edwards, Jonesm, Carr, Braunack-Mayer, 2004).

Além disso, estímulos adicionais inespecíficos podem influenciar os resultados em termos de sucesso, designadamente as competências relacionais e afetivas dos terapeutas (capacidade de motivar, envolver e aconselhar as crianças e os pais), pelo que se torna difícil discriminar os múltiplos fatores envolvidos e responsáveis pelo maior ou menor sucesso das intervenções (Glaser, 1984). Neste âmbito, seria importante estudar os possíveis fatores moderadores dos efeitos da intervenção.

3.4.2. Recomendações para a prática clínica

Os efeitos da PC na função motora são variáveis. Em geral, a privação de experiências associada aos problemas inerentes à condição clínica PC, comprometem o desenvolvimento global da criança, em todos os domínios da CIF. Esta condição afeta principalmente a mobilidade e a independência, mas também influencia outros aspetos do desenvolvimento e da aprendizagem (por exemplo, capacidade de explorar, de aprender sobre o espaço e de brincar). A PC não tem cura, porém, existem diferentes abordagens terapêuticas que podem melhorar as capacidades funcionais da criança e respetiva qualidade de vida (Ottolini, Hamburger, Loprieto, Coleman, et al., 2001).

A última década foi marcada pelo desenvolvimento e implementação de intervenções mais seguras e eficazes para as crianças com PC, como consequência de um crescimento exponencial da qualidade da investigação nesta população.

De acordo com uma revisão sistemática realizada por Novak, McIntyre, Morgan, et al. (2013), existem na atualidade, um mínimo de 64 diferentes intervenções terapêuticas para a população com PC. Porém, de acordo com os mesmos autores, a rápida expansão das intervenções baseadas em evidências, tornou mais difícil a atualização atempada dos profissionais de saúde, bem como, para as famílias, a tomada de decisão relativamente às opções de intervenções mais efetivas para os seus filhos

De acordo com Hurvitz, Leonard, Ayyangar, Nelson (2003), ao longo do tempo, tem ocorrido um aumento do interesse das famílias das crianças com PC, no recurso às terapias complementares, designadamente, com uma prevalência de cerca de 56%. A importância da inovação das terapias alternativas sublinha a necessidade de aumentar a consciencialização e compreensão dessas modalidades de tratamento. O papel dos fisioterapeutas é fundamental no aconselhamento das famílias, através da disponibilização de informações biomédicas, de forma a facilitar a tomada de decisão na escolha da modalidade terapêutica mais adequada para cada criança com PC. Para isso, torna-se essencial, que os profissionais de saúde estejam atualizados e apresentem domínio de conhecimentos, relativamente às diferentes modalidades terapêuticas alternativas e complementares atualmente disponíveis, de modo a poderem sugerir a melhor opção, de uma forma mais consciente e informada e suportada na evidência (Ottolini, Hamburger, Loprieto, et al., 2001).

Neste âmbito, surge a necessidade de desenvolver estudos que permitam comprovar a efetividade destas modalidades terapêuticas alternativas e complementares, bem como, analisar a melhor forma de serem incorporadas nas intervenções habitualmente utilizadas em ambiente clínico, nesta população. Sackett, Rosenberg, Gray, Haynes et al. (1996), defenderam a importância de os clínicos integrarem a sua experiência clínica, com o uso consciente, explícito e judicioso da evidência científica mais atual disponível, a fim de tomar decisões informadas que maximizem o bem-estar dos utentes.

Os resultados da nossa meta-análise sugerem que são necessários mais estudos que analisem a eficácia do ST na função motora em crianças e adolescentes com PC. Recomenda-se a combinação de medidas de resultado subjetivas e objetivas que avaliem todas as dimensões do CIF-CJ, que permitam orientar o tratamento de crianças com PC e avaliar os efeitos destas modalidades terapêuticas complementares e alternativas.

3.4.3. Implicações para pesquisas futuras

Esta revisão sistemática e meta-análise evidenciou várias lacunas metodológicas nos estudos analisados. Futuros RCTs devem avaliar os protocolos utilizados no *Suit therapy*, e

considerar os efeitos diferenciais nos resultados, consoante a intensidade e o tipo de programa de exercícios realizados, bem como os potenciais efeitos da ortótese dinâmica TS por si só, isolada de um programa intensivo de tratamento.

Face aos resultados obtidos, levantam-se múltiplas questões relativamente à eficácia do *Suit Therapy* na funcionalidade de crianças e adolescentes com PC, sugerindo a necessidade de futuras pesquisas antes da inclusão desta abordagem terapêutica na prática clínica dos fisioterapeutas. Assim, sugere-se a realização de novos estudos que incluam: (i) uma descrição detalhada dos protocolos de intervenção, especificando a frequência, a duração e o tipo e exercícios incluídos no plano de intervenção; (ii) maiores dimensões da amostra, preferencialmente com cálculos de potência da amostra, ou seja, amostras mais representativas da população com PC; (iii) maior homogeneidade das amostras, quanto à idade, sexo, subtipo, distribuição topográfica e níveis de severidade no GMFCS; (iv) medidas de resultados que avaliem todos os domínios da CIF CJ; (v) medidas de resultados mais válidas e confiáveis que avaliem objectivamente os parâmetros cinéticos e cinemáticos do controlo postural, em diferentes atividades funcionais (*sit-to-stand* e marcha); (vi) estudos longitudinais que avaliem o impacto a longo prazo do ST no controlo postural e que se traduzem numa melhoria da qualidade de vida da criança; (vii) controlo de variáveis parasitas (por exemplo, nível de experiência dos fisioterapeutas e outros apoios terapêuticos realizados); (viii) análise de custo-benefício; e (ix) avaliação do grau de satisfação da criança/adolescente e da família.

Considerando a falta de clareza quanto aos efeitos da ortótese dinâmica TS, que conduz a alguma especulação, é necessário comparar não apenas a terapia intensiva com outros programas de fisioterapia (método convencional ou TND), mas também analisar efeitos imediatos específicos e a longo prazo no controle postural e na marcha, usando outras medidas, nomeadamente análises cinemáticas e cinéticas e alguns marcadores fisiológicos, como pressão arterial, frequência cardíaca e taxa metabólica.

3.5. Conclusão

A presente revisão sistemática com meta-análise consistiu numa análise do estado da arte referente à eficácia do ST, na funcionalidade de crianças e adolescentes com Paralisia Cerebral.

Tendo por base que a Prática Baseada na Evidência (PBE) constitui a forma mais consciente de assegurar a prestação dos melhores cuidados de saúde, e os resultados frágeis obtidos nos quatro estudos RCTs incluídos, que documentam a existência de uma dimensão de efeito pequena do ST na função motora das crianças e adolescentes com PC, tanto no

momento pós-tratamento como no *follow-up*, torna-se essencial que a prescrição e inclusão deste tipo de abordagem terapêutica na prática clínica dos fisioterapeutas, deva ser feita de forma cautelosa, até que a evidência se revele mais robusta e sólida quanto à sua eficácia.

3.6. Publicação

Martins E, Cordovil R, Oliveira R, Letras S, Lourenço S, Pereira I, Ferro A, Lopes I, Silva CR, Marques M. Efficacy of suit therapy on functioning in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2016 Apr;58(4):348-60 (Anexo I).

3.7. Referências

- Akobeng, A. K.(2005). Understanding randomised controlled trials. *Arch Dis Child*. 2005 Aug;90(8):840-4.
- Alagesan, J., Shetty, A. (2011). Effect of modified suit therapy in spastic diplegic cerebral palsy- a single blinded randomized controlled trial. *Online J Health Allied Scis*, 9, 14.
- Anttila, H., Suorantam J., Malmivaaram A., Makelam M., Autti-Ramo, I. (2008). Effectiveness of physiotherapy and conductive education interventions in children with cerebral palsy: a focused review. *Am J Phys Med Rehabil*, 87, 478-501.
- Bailes, A. F., Greve K., Burch, C. K., Reder, R., Lin, L., Huth, M. M. (2011). The effect of suit wear during an intensive therapy program in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*, 23, 136-42.
- Bar-Haim S, Harries N, Belokopytov M, Frank A, Copeliovitch L, Kaplanski J, Lahat E.(2006). Comparison of efficacy of Adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 48, 325-30.
- Begg CB, Berlin JA. (1988). Publication bias: a problem in interpreting medical data. *J R Stat Soc Ser a Stat Soc*, 151, 419-63.
- Berg, M., Jahnsen, R., Frøslie, K. F., Hussain, A. (2004). Reliability of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI). *Phys Occup Ther Pediatr*, 24(3), 61-77.
- Bjornson, K. F., Graubert, C. S., Buford, V. L., McLaughlin, J. (1998). Validity of the gross motor function measure. *Pediatr Phys Ther*, 10, 43–47.
- Borenstein, M., Hedges., L. V., Higgins, J., Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to Meta-analysis*. Chichester, UK: Wiley & Sons, Ltd.
- Bower, E., Michell, D., Burnett, M., Campbell, M. J., McLellan. DL. (2001). Randomized controlled trial of physiotherapy in 56 children with cerebral palsy followed for 18 months. *Dev Med Child Neurol*, 2001, 43, 4-15.
- Christiansen, A. S., Lange, C. (2008). Intermittent versus continuous physiotherapy in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 50,290-93.
- Cochran, W. (1954). The combination of estimates from different experiments. *Biometrics*, 10: 101-29.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychol Bull*, 112, 155–9.
- Edwards, I., Jones, M., Carr, J., et al. (2004). Clinical reasoning strategies in physical therapy. *Phys Ther*, 84, 312-35.
- Foley, N. C., Teasell, R. W., Bhogal, S. K., Speechley, M. R. (2003). Stroke rehabilitation evidence-based review: methodology. *Top Stroke Rehabil*, 10(1), 1-7.
- Glaser, K. (1984). Education and thinking: the Role of knowledge. *American Psychologist*, 39(2), 93-104.
- Greenland, S. (1994). Can meta-analysis be salvaged? *Am J Epidemiol*, 140, 783-87.
- Higgins, J. P. T.; Thompson, S. G.; Deeks, J.J.; Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*, 327(7414), 557-60.

- Hurvitz, E. A., Leonard, C., Ayyangar, R., Nelson, V. S. (2003). Complementary and alternative medicine use in families of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 45, 364-70.
- Jensen, G. M., Shepard, K. F., Gwyer, J., Hack, L. M. (1992). Attribute dimensions that distinguish master and novice physical therapy clinicians in orthopedic settings. *Phys Ther*, 72: 711-22.
- Koscielny, R. (2004). Strength training and cerebral palsy. *Cerebral Palsy Magazine*, 2. 12-14.
- Kunz, R., Autti-Ramo, I., Anttila, H., Malmivaara, A., Makela, M. (2006). A systematic review finds that methodological quality is better than its reputation but can be improved in physiotherapy trials in childhood cerebral palsy. *J Clin Epidemiol*; 59, 1239-48.
- Liptak, G. S. (2005). Complementary and alternative therapies for cerebral palsy. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev* 2005, 11, 156-63.
- Mahani M, Karimloo M, Amirsalari S. (2011). Effects of modified adeli suit therapy on improvement of gross motor function in children with cerebral palsy. *Hong Kong J Occup Th*, 21(1), 9–14.
- Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., et al. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol*, 55, 885-910.
- Ostensjo, S., Carlberg, E. B., Vollestad, N. K. (2004). Motor impairments in young children with cerebral palsy: relationship to gross motor function and everyday activities. *Dev Med Child Neurol*, 46, 580-89.
- Ottolini, M. C., Hamburger, E. K., Loprieto, J. O., et al. (2001). Complementary and alternative medicine use among children in the Washington, DC area. *Ambul Pediatr*, 1, 122-25.
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 39, 214-23.
- Rosenbaum PL, Palisano RJ, Bartlett DJ, Galuppi BE, Russell DJ (2008). Development of the Gross Motor Function Classification System for cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.*, 50(4), 249-53.
- Sampaio, R. F.; Mancini, M. C. (2007). Systematic review studies: a guide for careful synthesis of the scientific evidence. *Rev. Bras. Fisioter*, 11(1).1 São Carlos.
- Sterne, J. A., Egger, M. (2001). Funnel plots for detecting bias in meta-analysis: guidelines on choice of axis. *J Clin Epidemiol*, 54, 1046-55.
- Trahan, J., Malouin, F. (2002). Intermittent intensive physiotherapy in children with cerebral palsy: a pilot study. *Dev Med Child Neurol*, 44, 233-39.
- Turner, A. E. (2006). The efficacy of Adeli suit treatment in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 48, 324.
- Ustad, T., Sorsdahl, A- B. (2009). Effects of Intensive Physiotherapy in Infants Newly Diagnosed with Cerebral Palsy. *Pediatr Phys Therapy*, 21 (2), 140-48.
- Verhagen, A. P., de Vet, H. C., de Bie, R. A., Kessels, A. G., Boers, M., Bouter, L. M., Knipschild, P. G. (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus, 51(12):1235-41.

Wei, S., Su-Juan, W., Yuan-Gui, L., Hong, Y., Xiu-Juan, X., Xiao-Mei, S. (2006). Reliability and validity of the GMFM-66 in 0- to 3-year-old children with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil*, 85. 141-47.

Wieseler, B., McGauran, N. (2010). Reporting a systematic review. *Chest*, 137, 1240–46.

CAPÍTULO IV. Metodologia Geral

4.1. Metodologia

Como referido no Capítulo II, neste capítulo será descrita de forma detalhada a metodologia utilizada no estudo 2 (Capítulo V) e no estudo 3 (Capítulo VI), que tiveram por base um protocolo de recolha de dados comum.

4.2. Tipo de estudo

O **estudo 2** consistiu num estudo de sujeito único com um desenho *quasi*- experimental que consistiu na avaliação dos efeitos imediatos do *Therasuit* no padrão de marcha de uma criança com Paralisia Cerebral espástica unilateral, nível II (GNFCS). Este estudo já foi publicado e está descrito no Capítulo V.

O **estudo 3** consistiu num estudo piloto, com um grupo de sete crianças com Paralisia Cerebral Espástica Unilateral, com uma metodologia de múltiplos casos únicos, e um desenho *quasi*-experimental do tipo A-B, em que A se refere à condição pré-teste (*baseline*) e B a condição pós-teste (com o *Therasuit*), de avaliação dos efeitos imediatos da ortótese dinâmica *Therasuit* nos parâmetros cinemáticos da marcha em crianças com o diagnóstico médico de Paralisia Cerebral Espástica unilateral e níveis de severidade I e II (GMFCS). Este estudo apresentado no Capítulo VI, está em processo de apreciação pós revisão na PLOS One.

4.3. Questão orientadora da investigação

Que alterações imediatas ocorrem no padrão de marcha das crianças com Paralisia Cerebral Espástica Unilateral, quando usam a ortótese dinâmica *Therasuit*?

4.4. Objetivo geral

Investigar os efeitos imediatos do TS no padrão de marcha em crianças com PCE-U, com níveis de severidade I e II, no GMFCS, através da análise cinemática dos parâmetros espaciais e temporais e dos deslocamentos angulares no plano sagital das articulações dos membros inferiores (parético e não parético).

4.4.1. Objetivos específicos:

1. Verificar se as variáveis lineares espaciais e temporais: cadência (passos/minuto); velocidade (metros/segundo), duração do passo (segundos) no MI parético (MIP) e no MI não parético (MINP), duração percentual da fase de apoio (% ciclo de marcha) no MIP e no MINP, duração percentual na fase oscilante (% ciclo de marcha) no MIP e no MINP, duração percentual do apoio simples (% ciclo de marcha) no MIP e no MINP, duração percentual total do duplo apoio (% do ciclo de marcha), comprimento do

passo (metros) no MIP e MINP e largura da passada (metros), demonstram alterações com o uso da ortótese dinâmica TS;

2. Verificar se as variáveis angulares no plano sagital das articulações da anca (flexão/extensão), do joelho (flexão/extensão) e da tibiotársica (flexão dorsal/flexão plantar), em ambos os membros inferiores (MI parético e MI não parético), demonstram alterações com o uso da ortótese dinâmica TS, ao longo do ciclo de marcha, concretamente:
 - Articulação da Anca: valor angular de flexão/extensão da anca, no contato inicial (CI); valor angular mínimo de flexão ou momento de extensão, durante a fase de apoio; valor angular máximo de flexão ou momento de flexão da anca, durante a fase oscilante;
 - Articulação do Joelho: valor angular de flexão/extensão do joelho no CI; o valor angular mínimo de flexão ou momento de extensão do joelho, durante a fase de apoio; valor angular máximo de flexão ou momento de flexão da anca, durante a fase oscilante;
 - Articulação da Tibiotársica: valor angular da articulação da tibiotársica (flexores dorsais/flexores plantares) no CI; valor angular máximo de flexão dorsal da tibiotársica, durante a fase de apoio; valor angular da tibiotársica, durante a sub-fase pré-oscilante ou momento *toe-off*;
 - as amplitudes de movimento (ROM) das articulações da pélvis, da anca, do joelho e da tibiotársica.

4.5. Amostra

Será descrita nos capítulos V (estudo 2) e capítulo VI (estudo III) a selecção da amostra de acordo com os critérios de inclusão/exclusão.

4.6. Variáveis

Foram consideradas as seguintes variáveis independente e dependentes:

4.6.1. Variável Independente

A variável independente foi a Ortótese dinâmica *TheraSuit*, sendo as crianças avaliadas em duas condições sem e com *TheraSuit*.

4.6.2. Variáveis Dependentes

Procedeu-se a uma análise cinemática da marcha, com objetivo de analisar os parâmetros espaciais e temporais e as variáveis angulares (plano sagital), das articulações da pélvis, da anca, do joelho e da tibiotársica, que passamos a descrever:

4.6.2.1. Variáveis Lineares Espaciais e Temporais

Para a avaliação dos parâmetros temporais da marcha, o presente estudo teve em consideração as recomendações de alguns investigadores (e.g. Hreljac & Marshall, 2000; Zeni, O'Connor et al., 2007; Zeni, Richards & Higginson, 2008), que referiram a necessidade de se determinar os eventos de referência no ciclo da marcha, tais como contato inicial e a retirada dos dedos, para os dois membros inferiores, que delimitam as fases de apoio e a fase oscilante, respetivamente, de um ciclo da marcha.

No estudo 2 foram analisadas, no MI parético e no MI não parético, as variáveis lineares espaciais e temporais: cadência (passos/minuto); velocidade (metros/segundo), duração do passo (segundos), duração da fase de apoio (% ciclo de marcha), duração da fase oscilante (% ciclo de marcha), duração do apoio simples (% ciclo de marcha), duração total do duplo apoio (% do ciclo de marcha), comprimento do passo (metros) e, a largura da passada (metros).

No estudo 3 apenas foram analisadas as variáveis espaciais e temporais no MIP e MINP: velocidade, cadência, duração da fase de apoio (% do ciclo de marcha), do apoio simples (% do ciclo de marcha), duração total do apoio duplo (% do ciclo de marcha) e duração da fase oscilante (% do ciclo de marcha).

4.6.2.2. Variáveis Cinemáticas Angulares

Relativamente às variáveis angulares, para ambos os estudos (2 e 3) foram analisadas as séries temporais dos deslocamentos angulares no plano sagital (graus) das articulações (pélvis, anca, joelho e tornozelo/pé), de ambos os membros inferiores (MIs), parético e não parético, designadamente:

- Articulação da Anca: valor angular de flexão/extensão da anca, no contato inicial; valor angular mínimo de flexão ou momento de extensão, durante a fase de apoio; valor angular máximo de flexão ou momento de flexão da anca, durante a fase oscilante;

- Articulação do Joelho: valor angular de flexão/extensão do joelho no CI; o valor angular mínimo de flexão ou momento de extensão do joelho, durante a fase de apoio; valor angular máximo de flexão ou momento de flexão da anca, durante a fase oscilante;
- Articulação da Tibiotársica: valor angular da articulação da tibiotársica (flexores dorsais/flexores plantares) no CI; valor angular máximo de flexão dorsal da tibiotársica, durante a fase de apoio; valor angular da tibiotársica, durante a fase pré-oscilante ou momento *toe-off*;
- as amplitudes de movimento (ROM) das articulações da pélvis, da anca, do joelho e da tibiotársica.

4.6.3. Definição conceptual das variáveis

De forma a permitir uma melhor compreensão das variáveis independentes e dependentes, procedeu-se à sua definição conceptual.

A variável independente, o *Therasuit*, consiste numa ortótese dinâmica constituída por diferentes componentes, designadamente um chapéu, colete, calções, joelheiras e adaptação para os sapatos (ganchos), que são interligados entre si, através de bandas elásticas, com o objetivo de promoverem resistência, suporte do corpo no espaço, alinhamento biomecânico ou postural e descarga de peso, que pode variar entre 15 e 40 Kg, que por sua vez favorece a postura tanto em situações estáticas, como dinâmicas (Semenova, 1997).

As variáveis independentes, espaciais e temporais da marcha selecionadas, foram descritas de acordo com Andriacchi et. al (2005):

- Comprimento do ciclo ou da passada: distância entre dois apoios, sucessivos, do calcanhar do mesmo pé, medido em centímetros (cm);
- Comprimento do passo: distância entre os dois membros inferiores e representa a medida do contato inicial de um membro inferior (MI), até ao contato inicial do MI oposto, medido em centímetros (cm);
- Cadência: corresponde ao número de passos num intervalo de tempo, ou seja, o número de passo por minuto;
- Velocidade da marcha: distância percorrida pelo corpo num dado intervalo de tempo, medida em metros (m) por segundo (s);
- Duração da fase de apoio: período em que o pé está em contato com o solo (direito e esquerdo), calculado através da percentagem (%) do ciclo de marcha;

- Duração do apoio duplo: período de tempo em que os dois pés estão em contato com a superfície de apoio, calculado através da percentagem (%) do ciclo de marcha;
- Duração do apoio simples: período de tempo em que apenas um pé está em contacto com o solo (apoio unipedal direito ou esquerdo); calculado através da percentagem (%) do ciclo de marcha;
- Duração da fase oscilante: período de tempo em que o pé (direito ou esquerdo) não está em contacto com o solo, até o próximo contato inicial do mesmo pé, calculado através da percentagem (%) do ciclo de marcha.

Relativamente às variáveis angulares, como já referido, apenas foram analisados no plano sagital, em ambos os membros inferiores (parético e não parético), designadamente: nas articulações da pélvis (inclinação anterior e posterior); da anca (flexão/extensão); do joelho (flexão/extensão); e, por ultimo, da tibiotársica (flexão dorsal/flexão plantar).

As medidas no plano sagital são as mais estudadas e compreensíveis, por serem reproduzidas com maior precisão, uma vez que neste plano as articulações têm maior progressão, ou seja, maior amplitude de movimento nas principais articulações dos membros inferiores (pélvis, anca, joelho e tornozelo Sutherland, Kaufman e Moitza (1998). Opinião partilhada por Biden et al., (1987) que defenderam que os ângulos articulares no plano sagital, tendem a demonstrar maior consistência entre os diferentes estudos laboratoriais, comparativamente aos ângulos articulares nos outros planos.

As variáveis angulares dos membros inferiores, ao longo do ciclo de marcha foram selecionadas e definidas, tendo como referência os estudos de Galli et al. (2010); Cimolin et al. (2007):

- Articulação da anca: o valor angular de flexão/extensão (posição da anca no plano sagital) no contato inicial, representa a posição da articulação da anca no início do ciclo de marcha; o valor angular mínimo de flexão da anca ou momento de extensão (posição da anca no plano sagital) durante a fase de apoio, e, representa a capacidade extensora da anca durante esta fase do CM; valor angular máximo de flexão ou momento de flexão da anca (posição da anca no plano sagital) durante a fase oscilante, durante esta fase do CM;
- Articulação do Joelho: valor angular de flexão/extensão do joelho (posição do joelho no plano sagital) no CI, representa a posição do joelho no início do ciclo do CM; o valor angular mínimo de flexão ou momento de extensão (posição do joelho no plano sagital) durante a fase de apoio, e, representa a capacidade extensora do joelho durante esta fase do CM; valor angular máximo de flexão ou momento de flexão do joelho (posição do joelho no plano sagital) durante a fase oscilante;

- Articulação da Tibiotársica: valor angular da articulação da tibiotársica (posição da TT no plano sagital) no momento do CI, representa a posição desta articulação no início do CM; valor angular máximo ou momento de flexão dorsal da tibiotársica (posição da tibiotársica no plano sagital), durante a fase de apoio; o valor angular mínimo da articulação da tibiotársica (plano sagital) durante a subfase pré-oscilante, representa a capacidade de os flexores plantares participarem na impulsão na subfase pré-oscilante, determinante para o momento do *toe-off*;

4.7. Instrumentos de recolha de dados

O movimento humano pode ser analisado através, da avaliação das contribuições anatómicas para a sua ocorrência (anatomia funcional), da descrição de suas características (cinemática) e da determinação da sua causa (cinética) (Hamill & Knutzen, 2008). No presente estudo apenas foi realizada a análise cinemática, que consistiu no registo fotográfico e captação de imagens através de câmaras de vídeo, adicionado a um sistema de marcadores (*markers-set*) (Sutherland, 2002).

O laboratório do CMRA onde ocorreu a recolha dos dados cinemáticos, está equipado com os seguintes instrumentos:

- 2 Câmaras de vídeo digital – *Basler piA1000-48gc GigE* e 6 Camaras de infravermelhos *Vicon T-Series T10* – 1 megapixel, distribuídas de forma igual e cuidadosamente posicionadas em torno da área do laboratório de forma a minimizar o espaço morto (*dead space*) que rodeia o volume de captura da câmara.

Estes instrumentos estão concordantes com Roiz et al. (2010), que refere que a dinâmica de marcha pode ser medida com precisão através da utilização de sistemas de captura de movimento óticos, que utilizam câmaras de infravermelhos de alta velocidade para gravar as posições tridimensionais dos marcadores retro-refletores, colocados em locais anatómicos representativos dos segmentos e articulações em análise.

- Um corredor de 4 Plataformas de Força AMTI OR6-7-2000 (50,8 x 46,4 cm), com 4 amplificadores analógicos AMTI.

O uso de plataformas de força (Hreljac & Marshall, 2000; O'Connor et al., 2007; Desailly et al., 2009) e de sistemas computadorizados de análise do movimento têm sido considerados métodos de alta precisão para a definição dos eventos da marcha e descrição de seus parâmetros temporais (Araújo & Kirkwood, 2008).

4.8. Procedimentos

4.8.1. Exame Subjetivo e Exame Físico/Clínico

Para a caracterização geral das crianças realizou-se uma ficha onde se incluíram perguntas sobre os dados pessoais, a história clínica anterior ou exame subjetivo e o exame físico/clínico de cada criança (Anexo II), que decorreu na Escola Superior de Saúde do Alcoitão.

1. Exame Subjetivo - realizado por entrevista aos pais das crianças e consulta dos processos clínicos das crianças, tendo-se recolhido a seguinte informação: nome, data de nascimento, diagnóstico médico e história clínica anterior (pré-natal e perinatal) e idade de início da marcha de forma autónoma. Foram também consultados os exames complementares de diagnóstico;

2. Exame clínico e funcional das crianças - onde se procedeu a uma avaliação tendo por base os diferentes domínios da CIF:

- Estrutura/função: tónus muscular e amplitudes articulares passivas em ambos os membros inferiores;
- Atividade/Participação: equilíbrio, função motora global, equilíbrio, mobilidade funcional, perfil funcional e integração escolar.

Domínios estrutura e Função

O procedimento adotado para a avaliação do tónus muscular e das amplitudes articulares passivas, foi consistente para toda a amostra do estudo, tendo sido realizado por duas fisioterapeutas experientes na área da Fisioterapia Pediátrica, sendo que uma delas corresponde à primeira investigadora do presente estudo, e esteve presente na avaliação das sete crianças com PCE-U incluídas no estudo. Esta avaliação ocorreu na semana anterior à recolha dos dados cinemáticos da marcha, de forma a evitar o efeito da mobilização sobre os tecidos que ocorrem durante os testes influenciarem as variáveis cinemáticas analisadas, seguindo as recomendações de alguns investigadores (e.g., Cristopoçiski et al., 2008); Guissard & Duchateau, 2006).

Grau de espasticidade dos Membros inferiores: aplicou-se a *escala de Ashworth modificada* (EAM), considerada na atualidade, como o método de referência na avaliação clínica da Espasticidade. Esta escala avalia a resistência oferecida ao estiramento muscular, como expressão do tónus muscular (Mutlu, Livanelioglu & Gunel, 2008; Calota, Feldman & Levin, 2008; Barnes & Johnson, 2008; Yam & Leung, 2006). A importância deste procedimento de avaliação prende-se com o fato da amostra do estudo apresentar o subtipo PC espástica. A

espasticidade definida como um distúrbio motor caracterizado por um aumento no reflexo de estiramento, que se manifesta clinicamente com um aumento do tônus muscular, sendo mais evidente nos movimentos rápidos (dependente da velocidade) e, inclui-se no grupo dos síndromes do neurónio motor superior (Nielsen, Crone & Hultborn, 2007; Trompetto, Marinelli & Mori, 2014).

Amplitudes articulares dos Membros Inferiores: utilizou-se um goniómetro manual. As medidas goniométricas são usadas pelo fisioterapeuta para quantificar a limitação dos ângulos articulares. Estas medidas são confiáveis quando realizadas pelo mesmo fisioterapeuta e passam a ser duvidosas, quando realizadas por mais de um fisioterapeuta (Watkins et. al., 1991). A flexibilidade é a qualidade física responsável pela execução voluntária de um movimento de amplitude angular máxima, por uma articulação ou um conjunto de articulações, dentro dos limites morfológicos, sem o risco de provocar lesão e depende da viscoelasticidade muscular e de outros tecidos conetivos (Thacker et al., 2004). Tendo em consideração que a flexibilidade estática diminui com a idade, estando o declínio da flexibilidade concluído em crianças do sexo masculino por volta dos 10 anos e no sexo feminino por volta dos 12 anos de idade (Gallahue e Ozmun, 2001), indicador de uma maior capacidade de estiramento e elasticidade da musculatura e dos tecidos conetivos no sexo feminino (Weineck e Carvalho, 2003), dada a inexistência de valores normativos de amplitudes articulares em crianças nas diferentes faixas etárias, procedeu-se a uma pesquisa bibliográfica (e.g., Mudge et al., 2014; Sankar, Laird & Baldwin, 2012; Soucie et al., 2011), de forma a colmatar esta limitação, da qual resultou uma tabela de valores normativos, baseada nos estudos de Mayerson & Milano, 1984; Soucie et al. (2011); Mudge et al. (2014).

Para classificarmos o perfil funcional das crianças, foram utilizados diferentes sistemas de classificação de forma a obtermos uma imagem mais abrangente sobre o impacto das condições de saúde em cada uma das crianças e, respetivas consequências a nível da sua participação escolar. Beckung e Hagberg (2002) defendem a importância da utilização de sistemas de classificação direcionados às diferentes áreas de competências funcionais das pessoas com PC, uma vez que estas interagem com os seus aspetos biológicos, emocionais e sociais.

Domínio Atividade

Procedeu-se a uma avaliação detalhada de cada uma das crianças que constituiu a amostra do nosso estudo, tendo por base os domínios da CIF (WHO, 2007) através da aplicação de vários instrumentos e sistemas de classificação desenvolvidos pelo Grupo da SCPE

(Cans, 2000) e o PVNPC (Andrada et al, 2009), com objetivo de caracterizar o perfil funcional. Estas medidas apenas foram utilizadas para caracterizar a amostra e não como medidas de resultados. Deste modo foram utilizados os seguintes sistemas de classificação:

- motricidade motora global, o GMFCS (Palisano, Rosenbaum, Walter, Russell, et al., 1997);
- motricidade bimanual e fina, o BFMFS (Himmelman, Beckung, Hagberg, Uvebrant, 2005) e o MACS (Eliasson, Krumlinde-Sundholm, Rösblad et al., 2006), respetivamente;
- disartria e limitações no desempenho da comunicação: a VSS (Pennington et al. (2013); e para categorizar o desempenho diário da comunicação, o CFCS (Hidecker et al., 2011);
- para a capacidade de se auto-alimentar, o EDACS (Sellers, Mandy, Pennington, Hankins et al. (2014).

Também foram aplicados instrumentos direcionados para a avaliação da função motora global, do equilíbrio, da mobilidade funcional nos diferentes contextos da vida diária da criança e, por fim dos aspetos qualitativos da marcha.

- Função motora global: utilizou-se *Gross Motor Function Measure-66* itens, desenvolvido por Russell, Avery, Rosenbaum et al., (2000) e, validado para a população com PC:

O GMFM-66 é uma medida intervalar para avaliar a função motora global ou grosseira, de grande utilidade na avaliação quantitativa da função motora (Beckers & Bastiaenen, 2015), e apresenta excelentes propriedades psicométricas e sensibilidade para avaliar mudanças significativas que ocorrem na função motora grosseira ao longo do tempo, em crianças com PC (Russel et al., 1998; 2000).

- Equilíbrio: a *Escala de Equilíbrio Pediátrica* (EEP) que se trata duma versão da Escala de Equilíbrio de Berg, adaptada para crianças dos 5 aos 15 anos com desenvolvimento típico e com défice motor de leve a moderado. Avalia o equilíbrio funcional segundo 14 itens baseados em atividades da vida diária (AVDs) (Franjoine, Gunther & Taylor, 2003).

A EEP é uma escala de rápida e fácil aplicação e permite avaliar o equilíbrio em situações estáticas e prever o risco de quedas, embora não apresente sensibilidade para avaliar o equilíbrio dinâmico, como por exemplo, na marcha (Mancine e Horak, 2010).

- Mobilidade Funcional: a *Escala da Mobilidade Funcional (EMF)* com objetivo de avaliar a habilidade da criança se mover de forma competente e independente, durante as tarefas do dia-a-dia (Williams, Carroll, Reddihough et al., 2005; Harvey, Morris, Graham, et al, 2010);
- Marcha: avaliação qualitativa baseada numa análise observacional dos registos audiovisuais, de modo a permitir uma identificação e compreensão do padrão de cada criança e identificação dos padrões compensatórios. Esta avaliação foi realizada por duas fisioterapeutas experientes na área da neuro-pediatria, tendo sido utilizado o programa *slow-motion*. As imagens posteriormente foram discutidas para obtenção de um resultado consensual.

Domínio Participação

A influência da PC apresenta inevitavelmente restrições na participação social, sendo frequente estas crianças apresentarem um desempenho académico baixo e dificuldades em desenvolver uma relação de igualdade com seus pares sem deficiência (Simeonsson, Carlson, Huntington, McMillen & Brent, 2001). Para a classificação deste domínio, utilizou-se o sistema de classificação desenvolvido no âmbito do PVNPC (Andrada et al, 2009).

Problemas Associados e Comorbilidades

Dada a coexistência de problemas associados na criança com PC, designadamente a nível da cognição, da visão, da audição, da alimentação e da epilepsia e, a sua relevância no prognóstico funcional das crianças com PC (Rosenbaum et al., 2007), procedeu-se a uma avaliação destes problemas, através da entrevista com os pais e consulta de exames realizados para os problemas relacionados com a acuidade visual e auditiva, e, para os problemas a nível da cognição, da alimentação e da epilepsia, foram aplicados os sistemas de classificação sugeridos pelo grupo da SCPE (Cans et al., 2007) e utilizados no PVNPC (Andrada et al., 2009).

4.8.2. Procedimento Experimental

As recolhas foram efetuadas no Laboratório de Marcha do Centro de Medicina de Reabilitação do Alcoitão (CMRA), dotado de características essenciais para se assegurar o rigor metodológico, designadamente no que se refere à normalização ecológica (luminosidade/área útil do laboratório de 27,5m², temperatura e som) e à presença de um técnico especializado que esteve presente em todas as recolhas, afim de minimizar possíveis distorções.

4.8.2.1. Normalização dos equipamentos

Foram realizados os procedimentos necessários a uma calibração estabilizada ou *set-up* de todos os equipamentos (câmeras e plataformas de força) por um técnico especializado do Laboratório de marcha do CMRA, de acordo com as normas industriais estabelecidas para o seu funcionamento. Estes procedimentos foram igualmente verificados antes de cada sessão, com objetivo de manter uma calibração estabilizada dos equipamentos ao longo das várias repetições realizadas nos dois momentos de recolha *baseline* (BL) e com o uso do *Therasuit* (TS).

Segundo Loss, Gaya & Vaz, (1999) para a sincronização das câmeras em análises tridimensionais ou bidimensionais da marcha, deverá ser incorporado, no sistema, um conjunto de procedimentos que permitam a sincronização dos registos, por *software*.

4.8.2.2. Preparação dos participantes

1. Familiarização com o espaço e com a tarefa a realizar: iniciou-se com uma explicação sobre os procedimentos, permitindo que cada criança realizasse três ensaios ou passagens pelo corredor de plataformas, que serviram de familiarização e compreensão da tarefa a realizar (Jamshidi et al. 2010; Wang et al. 2006; Malouin e Richards 2000);
2. Medidas Antropométricas: massa corporal (em gramas), nas duas condições BL e com TS com a criança calçada: estatura (m); diâmetro do joelho e do tornozelo (esquerdo e direito) (cm); e, comprimento dos MIs (cm).

As medidas antropométricas foram recolhidas de acordo com o protocolo de exigência do sistema *Vicon Peak Motus*[®]. O comprimento dos MIs (cm): avaliado pela distância entre a espinha Ilíaca ântero-superior e o maléolo medial, com recurso a uma fita métrica. Esta medida serviu para a criação de um modelo biomecânico e o cálculo dos centros articulares para posterior captação de imagens e, os dados foram usados para quantificar a discrepância no comprimento dos membros inferiores presente nas sete crianças da amostra.

3. Colocação de marcadores: foram identificados pontos anatómicos estratégicos por palpação, e foram colocados os 16 marcadores refletivos (Figura 4.1), e fixos com fita adesiva de dupla face, diretamente na pele na condição BL, sendo que na condição TS, foram colocadas sobre a ortótese dinâmica, nas posições que melhor reproduziam as referências anatómicas (condição TS) de forma a permitir o rastreamento da trajetória de movimento de cada segmento funcional. Nos segmentos da coxa e da perna foram

também usados *clusters* rígidos, segundo o *Modelo Lowerbody Vincon (Plug-in Gait)* e dois estudos revistos (Hollander, Riebe, Campe, Braumann, & Zech, 2014; Wolf et al., 2008).

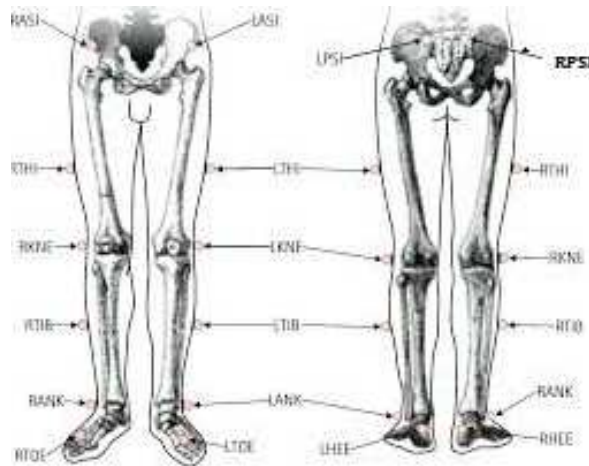


Figura 4.1. Marcadores, segundo *Modelo Lowerbody Vincon*

Para reduzir a influência do calçado no padrão de marcha, a criança estava calçada com um confortável par de tênis comercialmente disponíveis durante todo o protocolo experimental (*baseline* e com TS), de acordo com as recomendações de Hollander et al. (2014); Wolf et al. (2008).

Assim, no segmento distal (tornozelo/pé), os marcadores foram colocados na pele nas mesmas referências anatômicas referidas na literatura em estudos com crianças descalças (Hollander et al., 2014), exceto para o marcador do *hallux*, que condição TS foi colocado sobre o calçado na posição que melhor reproduzia esta referências anatômicas (Figuras 4.2a; 4.2b).

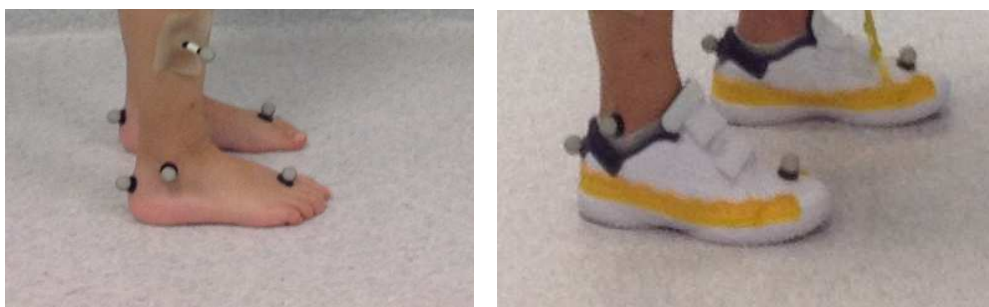


Figura 4.2. Marcadores no tornozelo/ pé descalço (esquerda) e marcadores com sapatos (direita)

4.8.3. Procedimentos de Recolha de Dados

Os procedimentos de recolha de dados foram realizados sempre à mesma hora do dia para todas as crianças, que se encontravam calçadas: nas duas condições (BL e TS). Na condição BL usaram um Top e calções de lycra (Figura 4.3) e, na segunda condição, a ortótese dinâmica TS (Figuras 4.3; 4.4).



Figura 4.3. Condição Baseline (esquerda) e Condição com TS (direita)

Foi realizado um pré-teste para validar o *set-up* experimental 4 semanas antes da data de início de implementação do protocolo de recolha de dados. Todos os dados recolhidos no exame físico, designadamente a medição das amplitudes articulares (ROM), quantificação do grau de espasticidade, a avaliação do perfil funcional e a avaliação observacional do padrão de marcha, foram realizados uma semana antes da avaliação cinemática.

Todos os dados recolhidos foram usados para guiar/orientar a colocação e ajustamento das bandas elásticas do TS, de forma a responder às necessidades individuais de cada criança, ou seja, com duplo objetivo: a) compensar os seus problemas funcionais; b) minimizar os padrões compensatórios. Deste modo, apesar deste estudo apenas ter analisado os deslocamentos angulares no plano sagital, a colocação e ajustamento das bandas elásticas nas articulações da anca, joelho e tibiotársica, foram realizados de forma a abordar todos os

planos do movimento (sagital, frontal e transversal), de acordo com a sugestão de alguns autores (e.g. Bahramizadeh et al., 2015; Flanagan et al., 2009; Matthews, Watson, & Richardson, 2009; El Kafy & El-Shemy, 2013). A colocação da ortótese dinâmica TS, foi realizada sempre por duas fisioterapeutas experientes na área da neuropediatria, que acompanharam todas as recolhas de dados de todas as crianças, sendo uma delas a investigadora principal deste trabalho.

1. Obtenção da posição de referência: após colocação dos marcadores, primeiramente, foi obtida a posição de referência, com objetivo de determinar a posição e a orientação global dos marcadores nos segmentos corporais no espaço (Wu, Siegler, Allard, et al., 2002). Para isso, os participantes foram instruídos a permanecer em posição ortostática, com os pés alinhados, no centro da passarela de plataformas de força. A captação desse dado foi realizada por cinco segundos, para as duas condições (*baseline* e com TS).

Para garantir a conexão permanente entre os sistemas de marcadores durante todo o movimento analisado, é necessário que cada marcador seja visível, por pelo menos duas câmeras, sendo necessários três marcadores não-colineares para definir um segmento do corpo (Capozzo et al., 2005). A presença de espaços mortos reduz a resolução do sistema, uma vez que reduz efetivamente o número de pixels para representar o volume de captura (Payton & Bartlett, 2008).

2. Tarefa da marcha: as crianças foram orientadas a caminhar numa velocidade confortável auto-selecionada (Kirtkey et al., 1985; Pirpiris et al., 2003). e iniciaram a marcha depois de um estímulo verbal (Hiraoka e Abe 2007; Malouin e Richards 2000), que foi dado 3 a 6 segundos após o início da recolha do sinal, por indicação do técnico especializado da equipa do laboratório (Stackhouse et al. 2007; Crenna & Frigo 1991); cada criança realizou 10 passagens pelo corredor de plataformas de força, o que correspondeu a um percurso aproximado de 20 metros de distância total percorrida pela criança, em cada condição (BL e TS); toda a informação verbal ministrada durante as avaliações foi semelhante e fornecida pelo mesmo investigador;

A investigadora principal encontrava-se em frente à criança (Woollacott e Assaiante 2002; Assaiante et al. 2000) de forma a conferir segurança e servir como estímulo à realização da tarefa solicitada. Este procedimento foi replicado nos dois momentos de avaliação.

Foram permitidos pequenos períodos de descanso entre os ensaios sempre que se considerou necessário ou caso a criança revelasse sinais de fadiga, seguindo as recomendações de Ferdjallah, Harris, Smith e Wertsch (2002) e de Prosser et al. (2010).

4.9. Considerações Éticas

O projeto intitulado “*Efeitos imediatos do Therasuit no controlo postural de crianças com Paralisia Cerebral*”, foi aprovado no dia 11 de Fevereiro de 2015, ofício nº 0208 (Anexo III), pelo Comité de Ética para a Saúde do CMRA. O estudo decorreu no Laboratório de Marcha do CMRA e a amostra foi recrutada do grupo de crianças com o diagnóstico médico de Paralisia Cerebral Espástica Unilateral que frequentavam um programa de (re) habilitação, no Serviço de Pediatria e Desenvolvimento do CMRA.

Antes da realização do estudo os pais/cuidadores da criança assinaram o consentimento informado, de modo a autorizarem a participação do seu filho (a) no presente estudo (Anexo IV) e foi obtido também, o assentimento verbal por parte das crianças.

Foram garantidos o anonimato e a confidencialidade dos dados recolhidos, para uso exclusivo com fins de investigação e apresentação em trabalhos de natureza académica. A participação no estudo foi de carácter voluntário, não implicando quaisquer despesas, riscos ou benefícios para os seus participantes, podendo ser abandonado a qualquer momento, sem comprometer a relação com o CMRA.

Os participantes foram codificados e os dados relativos aos códigos, foram utilizados apenas pelos investigadores do estudo. Os registos foram todos armazenados de forma codificada nos *softwares* dos instrumentos de recolha. Cada encarregado de educação/pais/cuidadores responsável pela criança teve apenas um *feedback* dos resultados referentes ao seu filho(a). Adicionalmente, foram assegurados todos os procedimentos para proporcionar uma vigilância contínua da segurança e confidencialidade dos dados em todas as fases da investigação, desde a recolha até ao tratamento/apresentação dos dados.

4.10. Análise e Tratamento de Dados

A aquisição e processamento/tratamento dos dados biomecânicos foi realizada pelo sistema *Vicon*®, através do *software Nexus* versão 1.8.5 e por sua vez, a análise e apresentação do relatório Biomecânico, através do *software Polygon* versão 3.5.2.

Os dados foram arquivados em pastas e exportados também para pastas do Excel, de modo que cada arquivo armazenasse os dados de cada tarefa e de cada avaliação para cada

participante, separadamente para posterior análise por programa específico (Hsue, Miller, Su, 2009).

Na análise das variáveis temporais, cada trial válido foi normalizado para o tempo total do ciclo de marcha (100%).

Relativamente à análise dos deslocamentos angulares dos membros inferiores (MI parético e MI não parético), determinou-se o histórico angular dos segmentos anatómicos, no plano sagital, a partir de um sistema que permitiu a definição dos segmentos e adquirir as posições das partes extremas dos mesmos no decurso do ciclo de marcha (CM). Os ângulos dos segmentos foram determinados através das coordenadas da parte proximal e distal das extremidades e foram determinadas através das diferenças entre os valores obtidos nos ângulos dos segmentos (Completo & Fonseca, 2011).

4.11. Tratamento estatístico

Após a recolha e processamento dos dados foi realizado o tratamento estatístico dos mesmos através de *software* de tratamento estatístico SPSS® *for Windows V.24.0 (Spss Inc., Chicago, Illinois, E.U.A.)*.

Para o estudo 2 foi realizada apenas estatística descritiva. A descrição detalhada encontra-se no Capítulo V (ponto 5.5). Relativamente ao estudo 3, para além da estatística descritiva, também foi realizada estatística inferencial. A descrição detalhada encontra-se no Capítulo VI (ponto 6.4).

4.12. Referências

- Andrada, G., Andrada, M., Folha, T., Virella, D. (2007). On behalf of the Research Team of National Surveillance of Cerebral Palsy in Portugal. Validation of Assessment Scales for Communication and Oro-Motor Control of Children with Cerebral Palsy. Proceedings of the 50th Annual Meeting of the European Society for Paediatric Research-
- Andrada, M.G., Calado, E., Gouveia, R., Virella, D. & Folha, T. (2009). Programa de Vigilância da Paralisia Cerebral aos 5 anos de idade. Federação das Associações Portuguesas de Paralisia Cerebral.
- Andriacchi, T. P., Johnson, T. S., Hurwitz, D. E., Natarajan, R. N. (2005). Musculoskeletal Dynamics, Locomotion, and Clinical Applications. In: Basic Orthopaedic Biomechanics (3rd ed), Mow, Van C.; Huiskes, Rik (eds), Lippincott Williams & Wilkins; Philadelphia, PA; 2005.
- Araújo, P. A., Kirkwood, R. N., Figueiredo, E. M. (2009). Validade e confiabilidade intra e interexaminadores da Escala Observacional da Marcha para crianças com paralisia cerebral espástica. *Rev Bras Fisioter*, 13(3), 267-73.
- Assaiante, C., Woollacott, M., Amblard, B. (2000). Development of postural adjustments during gait initiation: kinematic and EMG analysis. *J Mot Behav*, 32(3), 211-26.
- Barnes, M. P., Johnson- G. R. (2008). Upper Motor Neurone Syndrome and Spasticity: Clinical Management and Neurophysiology. 2nd ed. Cambridge University Press.
- Beckers, L. W., Bastiaenen, C. H. (2015). Application of the Gross Motor Function Measure-66 (GMFM-66) in Dutch clinical practice: a survey study. *BMC Pediatr*, 15(1), 1-10.
- Beckung, E., Hagberg, G. (2002). Neuroimpairments activity limitations and participation restrictions in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 44(5),309-16.
- Boyd, R. N., Pliatsios, V., Starr, R., Wolfe, R., Graham, H. K. (2000). Biomechanical transformation of the gastric-soleus muscle with botulinium toxin A in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 42(1),32-41.
- Calota, A., Feldman, A. G., Levin, M. F. (2008). Spasticity measurement based on tonic stretch reflex threshold in stroke using a portable device. *Clin Neurophysiol*, 119(10), 2329-37.
- Cans, C., Dolk, H., Platt, M. J., Colver, A., Prasauskiene. A., Krägeloh-Mann, I. (2007). Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy: definition and classification of CP. *Dev Med Child Neurol*, 49 (109), 35-38.
- Cappozzo, A., Croce, D., Leardini, A., Chiari, L. (2005). Human movement analysis using stereophotogrammetry. Part 1: theoretical background. *Gait and Posture*, 21. 186-196.
- Cherng, R. J., Liu, C. F., Lau, T. W., Hong, R. B. (2007). Effects of treadmill training with body weight support on gait and gross motor function in children with spastic cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil*, 86(7), 548-55.
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2ª ed. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Completo, A., Fonseca, T. (2011). Fundamentos de Biomecânica Músculo-Esquelética e Ortopédica, Publindústria.

- Conboy, J. (2003) - Algumas medidas típicas univariadas da magnitude do efeito. *Análise Psicológica*. Série 21, 2, 145-58.
- Crenna, P., Frigo, C. (1991). A motor programme for initiation of forward oriented movements in humans. *J Physiol*, 437, 635-53.
- Cristopoçiski, F., Sarraj, T. A., Dezan, V. H., Provensi, C. L., Rodacki, A. L. (2008). Transient effect of flexibility exercises in the hip joint on the gait of older women. *Rev Bras Med Esporte*,; 14(2), 139-44.
- Desailly, E., Daniel ,Y., Sardain, P., Lacouture, P. (2009), Foot contact event detection using kinematic data in cerebral palsy children and normal adults gait. *Gait Posture*, 29(1), 76-80
- Eliasson, A. C., Krumlinde-Sundholm, L., Rösblad, B., Beckung, E., Arner, M., Öhrvall, A. M., Rosenbaum, P. (2006). The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol*, 48(7), 549-54.
- Ferdjallah, M., Harris, G. F., Smith, P., Wertsch, J. J. (2002). Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 17(3), 203-10.
- Franjoine, M. R., Gunther, J. S., Taylor, M. J. (2003). Pediatric Balance Scale: A Modified Version of the Berg Balance Scale for the School-Age Child with Mild to Moderate Motor Impairment. *Pediatr Phys Ther*, 15(2), 114-28.
- Gallahue, D. L., Ozmun, J. C. (2001). *Compreendendo o desenvolvimento motor: Bebês, crianças, adolescentes e adultos* (M. Araújo, Trans.). São Paulo: Phorte Editora.
- Galli, M., Cimolin, V., Rigoldi, C., Tenore, N., Albertini, G. (2010). Gait patterns in hemiplegic children with Cerebral Palsy: comparison of right and left hemiplegia. *Res Dev Disabil*, 31(6), 1340-5.
- Guissard, N., Duchateau, J. (2006). Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev*, 34(4), 154-8.
- Hamill, J. (1996). Evaluating sport shoes using ground reaction force data. 14o International Symposium on Biomechanics in Sports. 1996; Madeira, PT. Madeira, 111-9.
- Harvey, A. R., Morris, M. E., Graham, H. K., Wolfe, R., Baker, R. (2010). Reliability of the functional mobility scale for children with cerebral palsy. *Phys Occup Ther Pediatr*, 30(2), 139-49
- Hidecker, M. J. C., Paneth, N., Rosenbaum, P. L., Kent, R. D., Lillie, J. et al. (2011). Developing and Validating the Communication Function Classification System for Individuals with Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol*, 53(8), 704-10
- Himmelmann, K., Beckung, E., Hagberg, G., Uvebrant, P. (2005). The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. IX. Prevalence and origin in the birth-year period 1995-1998. *Acta Paediatr*. 94(3),287-94.
- Hiraoka, K., Abe, K. (2007). Cortical and spinal control of ankle joint muscles before and during gait initiation. *Somatosens Mot Res*, 24(3), 127-33.
- Hollander, K., Riebe, D., Campe, S., Braumann, K. M., & Zech, A. (2014). Effects of footwear on treadmill running biomechanics in preadolescent children. [Randomized Controlled Trial]. *Gait Posture*, 40(3), 381-385

- Hreljac, A., Marshall, R. N. (2000). Algorithms to determine event timing during normal walking using kinematic data. *J Biomech*, 33(6), 783-6.
- Hsue, B. J., Miller, F., Su, F. C. (2008). The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait. Part I: Spatial relationship between COM and COP trajectories. *Gait Posture*, 29(3), 465-470.
- Jamshidi, N., Rostami, M., Najarian, S., Menhaj, M. B., Saadatnia, M., Salami, F. (2010). Differences in center of pressure trajectory between normal and stepgait. *J Res Med Sci*, 15(1), 33-40.
- Kirtley, C., Whittle, M. W., Jefferson, R. J. (1985). Influence of walking speed on gait parameters. *J Biomed Eng*, 7(4), 282-8.
- Lauziere S, Betschart M, Aissaoui R, Nadeau S (2014) Understanding Spatial and Temporal Gait Asymmetries in Individuals Post Stroke. *Int J Phys Med Rehabil* 2:201.
- Malouin, F., Richards, C. L. (2000). Preparatory adjustments during gait initiation in 4-6-year-old children. *Gait Posture*, 11(3), 239-53.
- Mancine, M., Horak, F. B. (2010). The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med*, 46(2), 239-48.
- Mayerson, N. H., Milano, R. A. (1984). Goniometric measurement reliability in physical medicine. *Arch Phys Med Rehabil*, 65(2), 92-4-
- Maroco, J. (2003). *Análise estatística com utilização do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo. -
- McDowell, B. C., Kerr, C., Parkes, J. (2007). Interobserver agreement of the Gross Motor Function Classification System in an ambulant population of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 49(7), 528-33.
- McDowell, B. C., Kerr, C., Kelly, C., Salazar, J., Cosgrove, A. (2008). The validity of an existing gait classification system when applied to a representative population of children with hemiplegia. *Gait. Posture*, 28(3), 442-7.
- Melanda, A. G., Kawamura, C. K., Freitas, C. D., Lucareli, P. R. G., Pinheiro, P. O. (2007). Laboratório de Marcha. In: BORGES, D.; MOURA, E. W. de; LIMA, E.; CAMPOS E SILVA, P. do A. (Coord.) *Fisioterapia: aspectos clínicos e práticos da reabilitação*. São Paulo: Artes Médicas, 615-40.
- Moraes, J. C. T. (2000). Instrumentação para análise da biodinâmica do movimento humano. In: AMADIO, A. C.; BARBANTI, V. I. *A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares*. São Paulo: Editora Estação da Liberdade, Escola de Educação Física da USP, Capítulo 1, 15-44.
- Morris, C., Bartlett, D. (2004). Gross Motor Function Classification System: impact and utility. *Dev Med Child Neurol*, 46(1), 60-5.
- Mudge, A. J., Bau, K. V., Purcell, L. N., Wu, J. C., Axt, M. W., Selber, P., Burns, J. (2014). Normative reference values for lower limb joint range, bone torsion, and alignment in children aged 4-16 years. *J Pediatr Orthop B*, 23(1), 15-25.
- Mutlu, A., Livanelioglu, A., Gunel, M. K. (2008). Reliability of Ashworth and Modified Ashworth scales in children with spastic cerebral palsy. *BMC Musculoskelet Disord*, 10, 9:44.
- Nielsen, J. B., Crone, C., Hultborn, H. (2007). The spinal pathophysiology of spasticity - from a basic science point of view. *Acta Physiol (Oxf)*, 189(2), 171-80.

- O'Connor, C. M., Thorpe, S. K., O'Malley, M. J., Vaughan, C. L (2007). Automatic detection of gait events using kinematic data. *Gait Posture*, 25(3), 469-74.
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 39(4), 214-23.
- Payton, C. J., Bartlett, R. M. (2008). *Biomechanical Evaluation of Movement in Sport and Exercise: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide*. Cap 2,3,4. Routledge, Taylor & Francis. London and New York.
- Pennington, L., Virella, D., Mjøen, T., da Graça Andrada, M., Murray, J, et al. (2013). Development of The Viking Speech Scale to classify the speech of children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*, 34(10), 3202-10.
- Pirpiris, M., Wilkinson, A. J., Rodda, J., Nguyen, T. C., Baker, R. J., Natrass, G. R., Graham, H. K. (2003). Walking speed in children and young adults with neuromuscular disease: comparison between two assessment methods. *J Pediatr Orthop*, 23(3), 302-7.
- Rodda, J. M., Graham, H. K., Carson, L., Galea, M. P., Wolfe, R. (2004). Sagittal gait patterns in spastic diplegia. *J Bone Joint Surg Br*, 86(2),251-8.
- Russell, D. J., Avery, L. M., Rosenbaum, P. L., Raina, P. S., Walter, S. D., Palisano, R. J. (2000). Improved scaling of the gross motor function measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity. *Phys Ther*, 80(9), 873-85.
- Sellers, D., Mandy, A., Pennington, L., Hankins, M., Morris, C. (2014). Development and reliability of a system to classify the eating and drinking ability of people with cerebral palsy, *Dev Med Child Neurol*, 56(3),245-51
- Sankar, W. N., Laird, C. T., Baldwin, K. D. (2012). Hip range of motion in children: what is the norm? *J Pediatr Orthop*, 32(4), 399-405.
- Semenova, K.A. (1997). Basis for a method of dynamic proprioceptive correction in the restorative treatment of patients with residual-stage infantile cerebral palsy. *Neurosci Behav Physiol*, 27, 639-43.
- Simeonsson, R. 1., Carlson, D., Huntington, G. S., McMillen, J. S., Brent, J. L. (2001). Students with disabilities: a national survey of participation in school activities. *Disability and rehabilitation*, 23(2), 49-63.
- Soucie, J, M., Wang, C., Forsyth, A., Funk, S., Denny, M., Roach, K. E., Boone, D. (2011). Range of motion measurements: reference values and a database for comparison studies. *Haemophilia*, 17(3), 500-7
- Stackhouse, C., Shewokis, P. A., Pierce, S. R., Smith, B., McCarthy, J., Tucker, C. (2007). Gait initiation in children with cerebral palsy. *Gait Posture*, 26(2), 301-8.
- Sutherland, D. H. (2002). The evolution of clinical gait analysis: Part II Kinematics. *Gait Posture*, 16(2), 159-79.
- Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D., Kimsey, J. R. (2004). The Impact of Stretching on Sports Injury Risk: A Systematic Review of the Literature. *Med. Sci. Sports Exerc*, 36(3), 371-8..
- Trompetto, C.; Marinelli, L.; Mori, L., Pelosin, E., Currà, A., et al. (2014). Pathophysiology of Spasticity: Implications for Neurorehabilitation. *Biomed Res Int*, 2014

- Wang, Y., Zatsiorsky, V. M., Latash, M. L. (2006). Muscle Synergies Involved in Preparation to a Step Made Under the Self- Paced and Reaction Time Instructions. *Clin Neurophysiol*, 117(1), 41-56.
- Watkins, M. A., Riddle, D. L., Lamb, R. L., Personius, W. J. (1991). Reliability of Goniometric Measurements and Visual Estimates of Knee Range of Motion Obtained in a Clinical Setting. *Phys Ther*, 71(2), 90-6;
- Weineck, J., Carvalho, M. R. (2003). *Treinamento Ideal; Instrução técnica sobre o Desempenho Fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil*. 9ª ed. São Paulo: Barueri Manole.
- Williams, E. N., Carroll, S. G., Reddihough, D. S., Philips, B. A., Galea, M. P. (2005). Investigation of timed “up & go” test in children. *Dev Med Child Neurol*, 47(8), 518-25
- Woollacott, M., Assaiante, C. (2002). Developmental changes in compensatory responses to unexpected resistance of leg lift during gait initiation. *Exp Brain Res*, 144(3), 385-96.
- Wolf, S., Simon, J., Patikas, D., Schuster, W., Armbrust, P., & Doderlein, L. (2008). Foot motion in children shoes: a comparison of barefoot walking with shod walking in conventional and flexible shoes. *Gait Posture*, 27(1), 51-9.
- World Health Organization (2007). *International Classification of Functioning, Disability and Health – Children and Youth*. Geneva: World Health Organization.
- Wu, G., Siegler, S., Allard, P., Kirtley, C., Leardini, A., Rosenbaum, et al. (2002). ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion--part I: ankle, hip, and spine. *International Society of Biomechanics*, 35(4), 543-8.
- Yam, W. K., Leung, M. S. (2006). Interrater reliability of Modified Ashworth Scale and Modified Tardieu Scale in children with spastic cerebral palsy. *J Child Neurol*, 21(12), 1031-5.
- Zeni, J. A., Richards, J. G., Higginson, J. S.(2008). Two simple methods for determining gait events during treadmill and overground walking using kinematic data, *Gait Posture*, 27(4), 710-714.

CAPÍTULO V. Efeitos imediatos do *Therasuit*® no padrão de marcha de uma criança com Paralisia Cerebral Espástica Unilateral.

5.1. Resumo

Objetivos: Este estudo analisa os efeitos imediatos do uso de *TheraSuit*® na marcha de uma criança com hemiplegia espástica esquerda nível II (GMFCS). **Métodos:** Estudo do tipo sujeito-único, com um desenho quasi-experimental. Foram comparados os parâmetros espaço-temporais da marcha e as variáveis cinemáticas da marcha no plano sagital, de ambos os membros inferiores, entre as condições baseline e com o TS. **Resultados:** Observaram-se efeitos positivos nos parâmetros temporais na condição TS, designadamente uma redução da cadência de marcha. A análise dos deslocamentos angulares revelou no contato inicial uma redução dos ângulos articulares na: (i) flexão plantar no Membro inferior parético; (ii) Dorsiflexão no MI não parético; e (iii) ângulos de flexão do joelho em ambos os MIs durante todo o ciclo e marcha. Além disso, verificou-se um aumento dos ângulos de extensão da anca e do joelho durante a fase de apoio, bem como, uma diminuição da flexão do joelho e da anca no MI não parético. **Conclusões:** Evidencia-se a necessidade de mais investigações com amostras de maiores dimensões, de forma a permitir a confirmação dos efeitos imediatos do uso de TS na cinemática da marcha, que visem a promoção de um padrão de marcha mais funcional e seguro em crianças com hemiplegia espástica.

Palavras-chave: Paralisia cerebral; Análise de marcha; *SuiTherapy*; Parametros espaço-temporais; Estudo de caso.

5.3. Descrição do caso

MR, criança do sexo feminino, de cinco anos e 10 meses de idade com um diagnóstico médico de hemiplegia espástica esquerda, classificada como nível II, de acordo com *Gross Motor Function Classification System* (Palisano, Rosenbaum, Walter, Russell, et al., 1997).

5.4. Procedimentos

5.4.1. Exame Subjetivo

Nasceu de uma gravidez sem intercorrências, com 41 semanas de idade gestacional, por parto espontâneo. Apresentava um peso à nascença de 3,070 g e *Apgar* 9-10 aos 5-10 min, respetivamente. Realizou aos 3 dias de idade, ultrassonografia que se revelou normal. Aos 12 meses de idade, uma RM, confirmou a presença de infarto parcial isquémico da artéria cerebral média do lado direito. RM realizou um procedimento cirúrgico de alongamento muscular no MI parético, quinze meses previamente ao estudo.

5.4.2. Exame Físico/Clinico

Procedeu-se à realização de um exame físico da criança, no dia anterior à recolha de dados. A criança mostrou uma amplitude normal de movimento (ROM) no membro inferior não parético e as seguintes limitações no MI parético: anca: flexão (125 °); abdução com extensão do quadril (35 °); rotação lateral (40 °); joelho: flexão (140 °); extensão (-5 °); tibiotársica (TT): flexão dorsal com extensão do joelho (5 °); Inversão (30 °). As amplitudes de flexão plantar e de eversão não apresentaram alterações. O movimento seletivo de dorsiflexão da TT apresentou grau 1 (ou seja, realiza dorsiflexão, com recurso ao músculo longo extensor do hallux e do extensor comum dos dedos e sem atividade no tibial anterior); grau de espasticidade avaliado com a escala de *Ashworth* modificada revelou: flexores e adutores da anca (grau 1); rotadores mediais (grau 1+); flexores do joelho (grau 1); dorsiflexores (grau 1+); flexores e eversores plantares (grau 1). O perfil funcional foi classificado de acordo com as recomendações do Programa de Vigilância da Paralisia Cerebral na Europa (Cans, 2000) com os seguintes níveis: GMFCS (II); *Bilateral Fine Motor Function* (III); *Viking Speech Scale* (I). O desempenho funcional obtido pela Medida da Função Motor global-66 itens foi de 93,5% e pela Escala de Mobilidade Funcional foi de 5/5.

Não apresenta outros problemas associados relevantes. Adicionalmente, realizou-se uma análise observacional a marcha, com base num registo audiovisual, de forma a identificar o padrão de marcha da criança. Para o efeito, duas fisioterapeutas experientes na área da neuropediatria, usaram o programa *slow-motion*. Todos os dados recolhidos no exame físico, (por exemplo, ROM, grau de espasticidade, perfil funcional e qualificação do padrão de marcha por análise observacional), foram usados para guiar a colocação das bandas elásticas do TS, de forma a responder às necessidades major da criança, designadamente compensar os seus problemas funcionais e minimizar os padrões compensatórios.

5.4.3. Análise da Marcha

5.4.3.1. Dados Antropométricos

No dia seguinte ao exame físico, foi realizada a análise tridimensional da marcha, em duas condições diferentes: 1) condição *baseline* e 2) com TS. Os dados antropométricos foram recolhidos com sapatos, incluindo massa corporal (15,9 kg), estatura (1,14 m), diâmetro do joelho (esquerdo: 6,5 cm, direito: 6,6 cm) e diâmetro do tornozelo (esquerdo: 4,8 cm, direito: 5,0 cm). O comprimento dos membros inferiores (MI) foi avaliado clinicamente (distância da espinha Ilíaca ântero-superior ao maléolo medial): à esquerda: 53,5 centímetros; Direita: 55,5cm; dismetria de 2cm).

5.4.3. 2. Recolha de Dados

Para a análise da marcha, foram utilizadas duas câmeras vídeo-digitais (*Basler piA1000-48gñ GigE*) e seis câmaras de infravermelhos (*VICON T10*), com uma amostragem a 100 Hz. Foram colocados dezasseis marcadores refletivos em pontos anatómicos da pélvis e dos membros inferiores, de acordo com o modelo *Plug-in-Gait* (*VICON, Oxford Metrics, Reino Unido*) e um estudo prévio (Hollander, Riebe, Campe et al., 2010). Durante todo o protocolo experimental, a criança usou um par de ténis confortável em ambas as condições (BL e TS), comercialmente disponíveis (Wolf, Simon, Patikas, et al., 2008).

Para reduzir a influência do calçado no padrão de marcha, a criança usou o mesmo calçado nas duas condições (*baseline* e com o TS) e os marcadores no tornozelo/pé, foram colocados sobre a pele nos pontos anatómicos relatadas na literatura (dedos e maléolos), em estudos realizados com as crianças descalças (Hollander, Riebe, Campe et al., 2010), com exceção para o *hallux*, cujo marcador foi colocado sobre o ténis. Nos restantes segmentos, quando a criança usava TS, todos marcadores foram colocados sobre o TS nas posições que melhor reproduziram os pontos anatómicos. As avaliações foram realizadas por dois fisioterapeutas experientes na área da neuropediatria.

A participante foi convidada a caminhar uma distância de 4 m, durante pelo menos cinco vezes (isto é, 20 metros no total) a uma velocidade de marcha auto-selecionada e confortável. O conjunto de variáveis cinemáticas dos dados espaciais e temporais foram registradas de forma a se obter pelo menos três *trials* válidos para cada MI em ambas as condições. Foram permitidos períodos de repouso entre os ensaios (3 minutos) sempre que necessário e entre as condições BL vs TS, de cerca de 20 minutos. Foram selecionados, nove parâmetros espaciais e temporais da marcha e os deslocamentos angulares clinicamente relevantes dos MIs, no plano sagital, para posterior análise. Foram utilizadas médias e desvios-padrão para explorar as diferenças entre as duas condições do protocolo. As medidas espaciais não foram normalizadas, enquanto que as medidas temporais foram normalizadas com a percentagem do ciclo de marcha.

5.5. Tratamento Estatístico

Utilizou-se estatística descritiva, para calcular as médias dos cinco *trials* válidos e respetivos desvios padrão das nove variáveis espaciais e temporais analisadas e explorar as diferenças entre as duas condições (BL e TS). As medidas espaciais não foram normalizadas,

enquanto que as medidas temporais foram normalizadas com a percentagem do ciclo de marcha. Para as variáveis angulares dos membros inferiores no plano sagital, foram consideradas as séries temporais e calculados os valores mínimos, máximos e as amplitudes de movimento (ROM), nas diferentes fases do ciclo de marcha.

5.6. Resultados

Verificaram-se alguns efeitos positivos do TS sobre os parâmetros temporais, particularmente uma redução a nível da cadência (passos/minuto), embora se tenha verificado também, uma redução da velocidade da marcha e um aumento da duração da fase de duplo apoio. Não foram observados efeitos positivos a nível dos parâmetros espaciais, verificando-se diminuição do comprimento do passo no MI parético e da largura do passo em ambos os MIs.

Tabela 5.1. Representação dos valores médios e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais da marcha nos MIs, condições BL vs TS®.

Condições Parâmetros ST	Baseline (semTS)		Com TS	
	MIP	MINP	MIP	MINP
Cadência (passos/min)	156 ± 10.1		132 ± 3.43	
Velocidade (m/segundos)	1.33 ± 0.11		0.95 ± 0.052	
Tempo do passo (segundos)	0.43 ± 0.036	0.35 ± 0.025	0.50 ± 0.040	0.41 ± 0.020
Fase de Apoio (%ciclo marcha)	52.7 ± 1.75 %	61.6 ± 1.36 %	53.7 ± 2.25 %	63.2 ± 1.43 %
Fase de Balanço (%ciclo marcha)	46.3 ± 2.78 %	41.8 ± 5.15 %	45.1 ± 2.80 %	41.6 ± 4.68 %
Apoio simples (%ciclo marcha)	37.3 ± 1.29 %	46.3 ± 2.78 %	38.0 ± 3.17 %	45.1 ± 2.80 %
Apoio duplo (%ciclo marcha)	15.4 ± 1.71 %		16.9 ± 3.12 %	
Comprimento do passo (m)	0.50 ± 0.022	0.54 ± 0.021	0.41 ± 0.029	0.46 ± 0.045
Comprimento da passada (m)	0.10 ± 0.022 m		0.19 0.029	

Como podemos observar nas Figuras 5.1, 5.2 e 5.3, na condição *baseline*, observou-se no contato inicial, a presença de uma exagerada dorsiflexão no MI não-parético, enquanto o MI parético se apresentava com uma flexão plantar do tornozelo. Na condição com TS, verificou-se uma redução da dorsiflexão no MI não parético (BL 10,2°±3.4; TS 9,2°±1.5) e no MI parético, uma substituição da flexão plantar presente na condição *baseline* por valores angulares de flexão dorsal (BL -5,8°±1.1; TS 9,2°±1.4), embora ligeiramente superior ao esperado nesta fase do ciclo de marcha (Figura 5.1). Quanto às articulações do joelho e da anca, na condição *baseline*, ambos os membros exibiram uma flexão excessiva tanto no contato inicial, como na fase média de apoio. Na condição com TS, foram observados vários efeitos (Figura 5.2). Primeiro, no contato inicial verificou-se uma diminuição do ângulo de flexão do joelho em ambos os MIs e da flexão da anca no MI não-parético (Figura 5.3). Segundo, durante a fase de apoio observou-se um aumento no ângulo de extensão do joelho

no MI parético e de extensão da anca de ambos os MIs (parético e não parético). Finalmente, na fase oscilante, ocorreu uma diminuição dos ângulos de flexão do joelho e da anca do MI não-parético.

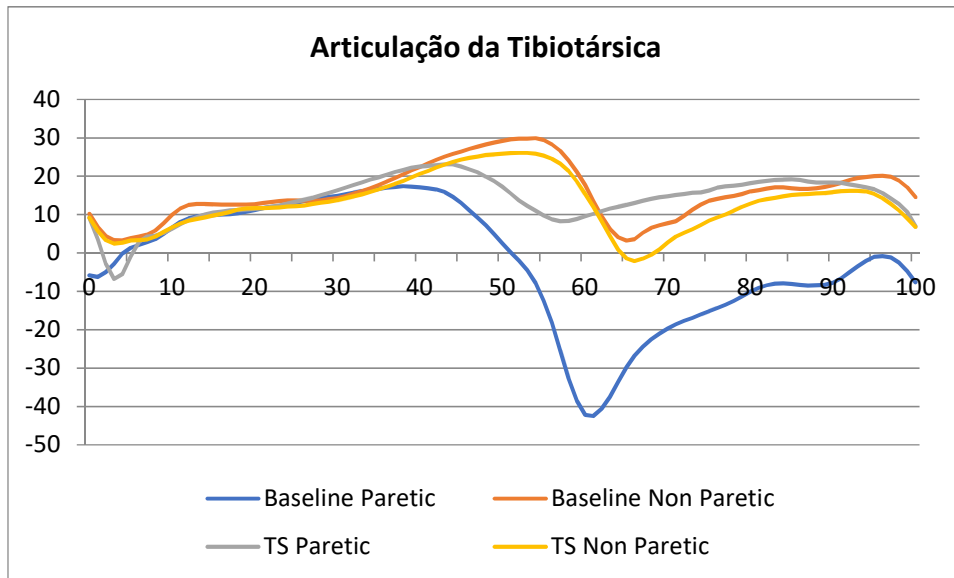


Figura 5.1. Ângulos da articulação da Tibiotársica

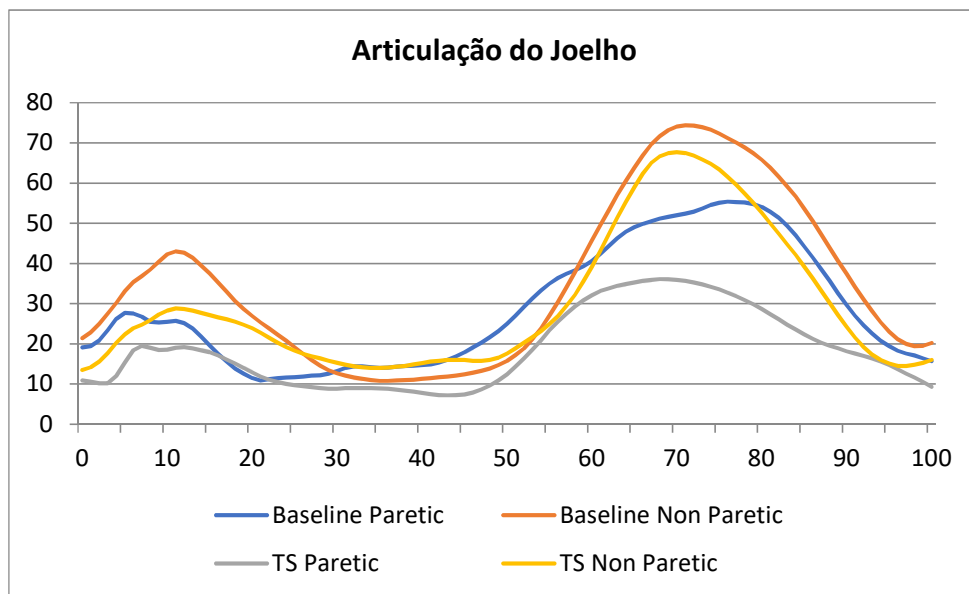


Figura 5.2. Ângulos da articulação do joelho

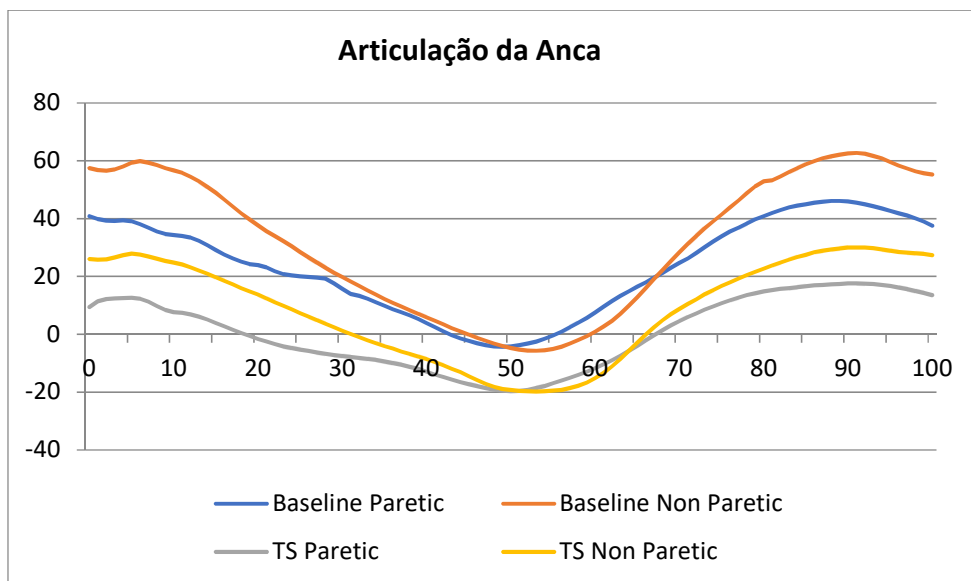


Figura 5.3. Ângulos da articulação da Anca

5.7. Discussão

Este estudo investigou o efeito imediato do uso de TS na marcha de uma criança com hemiplegia espástica esquerda. Os efeitos mais notáveis verificaram-se nos parâmetros temporais da marcha e nas variáveis cinemáticas angulares. Especificamente, quando comparada a condição com TS com a condição *baseline*, ocorreu um aumento na duração do apoio simples e uma diminuição da duração da fase oscilante no MI parético. Contudo, a fase de apoio manteve-se mais longa no MI não parético, comparativamente ao MI parético, em ambas as condições o que está associado à dificuldade na transferência de peso (Cimolin, Galli, Tenore, Albertini e Crivellini, 2007), bem como à presença de uma fraqueza muscular (Olney, MacPhail, Hedden, & Boyce, 1990) do MI parético e consequente menor controle.

Embora se possa associar o TS a alguns efeitos positivos na marcha, estes não se revelaram suficientes para permitir uma maior transferência de peso para o lado esquerdo do corpo, ou seja, para a aquisição de um padrão de marcha mais simétrico de ambos os membros inferiores.

Relativamente às variáveis angulares, os resultados exibem na condição com TS, uma diminuição do exagerado padrão de flexão exibido pela criança na condição *baseline* (Cimolin et al., 2007), particularmente nas articulações da anca e do joelho durante o ciclo de marcha. É possível que o TS tenha promovido um maior padrão de extensão e um melhor pré-posicionamento do pé para o contato inicial, normalizando assim a dorsiflexão do tornozelo, na fase média de apoio. Contudo, ainda assim, com o TS persistem algumas das alterações

típicas no plano sagital em crianças com PC espástica unilateral, hemiplegia, observável através da presença de alguns dos valores angulares ainda distantes dos valores padrão em crianças com desenvolvimento típico (Sutherland, Olshen, Biden, & Wyatt, 1988).

Os resultados do presente estudo, estão de acordo com estudos anteriores com o uso de ortóteses articuladas do pé de tornozelo (HAFO) (Buckon, Thomas, Jakobson-Huston, Sussman & Aiona, 2001) e enfatizam a importância de se estudar as adaptações em ambos os MIs e não apenas no MI parético. Tal como proposto por Allen, Jenkinson, Stephens, O'Brien (2000), as alterações cinemáticas angulares do membro não parético podem resultar como uma compensação das limitações presente no MI parético, bem como devido ao fato de ser um MI funcionalmente mais longo comparativamente ao MI parético. Contudo, apesar dos resultados positivos encontrados, os mecanismos subjacentes às mudanças no padrão de marcha, durante o uso do TS permanecem pouco claros. Esta ortótese dinâmica parece funcionar como um constrangimento biomecânico que limita o uso de estratégias alternativas típicas deste subtipo de PC.

Deste modo, os resultados sugerem que o TS pode ser usado pelos fisioterapeutas, como uma ortótese alternativa durante os programas de treino de marcha em crianças com PC Espástica Unilateral, bem como, pode contribuir para uma mudança no padrão de marcha e simultaneamente conduzir ao uso de novas estratégias motoras nesta criança com este subtipo de PC, e por último, pode resultar num padrão de marcha mais seguro e funcional. Considerando a escassa evidência quanto aos efeitos imediatos desta ortótese dinâmica, são necessários mais estudos, que não só comparem a eficácia da terapia intensiva ST, com outros programas de fisioterapia (método convencional ou TND), bem como, analisem os efeitos específicos do TS, tanto imediatos, como a médio e longo prazo no padrão de marcha em crianças com todos os subtipos de Paralisia Cerebral.

5.7. Publicação

Martins, E., Cordovil, R., Oliveira, R., Pinho, J., & Vaz, J. R. (2017). The Immediate Effects of Therasuit® on the Gait Pattern of a Child with Unilateral Spastic Cerebral Palsy. *J Pediatr Neurol Disord*, 3(1), 2-4 (Anexo V).

5.8. Referências

- Allen, P. E., Jenkinson, A., Stephens, M. M., & O'Brien, T. (2000). Abnormalities in the uninvolved lower limb in children with spastic hemiplegia: the effect of actual and functional leg-length discrepancy. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Pediatr Orthop*, 20(1), 88-92..
- Buckon, C. E., Thomas, S. S., Jakobson-Huston, S., Sussman, M., & Aiona, M. (2001). Comparison of three ankle-foot orthosis configurations for children with spastic hemiplegia. [Clinical Trial Comparative Study Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Dev Med Child Neurol*, 43(6), 371-378.
- Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Dev Med Child Neurol*, 42(12), 816-824.
- Cimolin, V., Galli, M., Tenore, N., Albertini, G., Crivellini, M. (2007). Gait strategy of uninvolved limb in children with spastic hemiplegia. *Eura Medicophys*, 43(3), 303-310.
- Hollander, K., Riebe, D., Campe, S., Braumann, K. M., Zech, A. (2014). Effects of footwear on treadmill running biomechanics in preadolescent children. [Randomized Controlled Trial]. *Gait Posture*, 40(3), 381-385.
- Olney, S. J., MacPhail, H. E., Hedden, D. M., & Boyce, W. F. (1990). Work and power in hemiplegic cerebral palsy gait. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Phys Ther*, 70(7), 431-438.
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. [Research Support, Non-U.S. Gov't. Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.]. *Dev Med Child Neurol*, 39(4), 214-223.
- Sutherland, D. H., Olshen, R. A., Biden, E., & Wyatt, M. P. (1988). *The development of mature walking*. Oxford: Mac Keith Press.
- Wolf, S., Simon, J., Patikas, D., Schuster, W., Armbrust, P., & Doderlein, L. (2008). Foot motion in children shoes: a comparison of barefoot walking with shod walking in conventional and flexible shoes. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Gait Posture*, 27(1), 51-59.

CAPÍTULO VI. Efeitos imediatos da ortótese dinâmica nos parâmetros cinemáticos da marcha em crianças com Paralisia Cerebral Espástica Unilateral

6.1. Introdução

A Paralisia Cerebral Espástica Unilateral (PCE-U) ou hemiparésia é uma forma da PC Espástica, em que um dos hemisférios se encontra afetado (direito ou esquerdo) (Kulak & Sobaniec, 2004).

Também considerado o subtipo de PC mais comum entre as crianças nascidas de termo e o segundo tipo mais comum nos pré-termo (Himmelman et al., 2005; Odding, Roebroek, & Stam, 2006; Shimony, Lawrence, Neil & Inder, 2008). A lesão cerebral é usualmente contralateral, mas pode estar associada a uma lesão bilateral, em menor percentagem dos casos, tanto em recém-nascidos de termo, como pré-termo, sendo as lesões periventriculares da substância branca e as lesões corticais e subcorticais as mais comuns (Cioni et al., 1999; Robinson et al., 2009).

As crianças com PCE-U apresentam geralmente problemas primários, tais como, fraqueza muscular, espasticidade e alterações sensoriais no membro superior e inferior do lado contralateral à lesão cerebral (Boyd, Morris & Graham, 2001). Também exibem uma assimetria entre MIP e o MINP (Novacheck & Gage, 2007), designadamente, diminuição do volume muscular nos membros paréticos (Lampe et al., 2006; Malaiya et al., 2006; Stevenson, Roberts & Vogtle, 1995; Uvebrant, 1988), distúrbios no crescimento e na maturação óssea (Swaiman & Wu, 2006; Uvebrant, 1988), e, discrepância significativa no comprimento dos MIs (Riad, Finnbogason e Broström, 2010). Esta discrepância foi apontada como um dos fatores responsável pela diminuição da eficiência na marcha e pela alteração típica padrão de marcha, neste subtipo de PC (Shapiro, Green, Krick, Allen & Capute, 1986; Rotta, 2002)

De acordo com (Winters, Gage & Hicks, 1987), muitas destas crianças apresentavam alterações no padrão de marcha, sendo o compromisso mais evidente a nível distal, e o equino do pé mais prevalente. Contudo, podem coexistir alterações nos segmentos mais proximais do MI, particularmente, distúrbios funcionais mais severos (Romkes & Brunner, 2002).

Assim, os programas de (re)habilitação apresentavam um duplo objetivo, por um lado, prevenção e minimização dos problemas primários, e por outro lado, promoção do potencial funcional da criança com PCE-U. A terapia centrada no contexto funcional, o treino bimanual, a

terapia de movimento induzida por restrição, o TND, o treino de tarefas orientadas, o fortalecimento muscular e/ou os programas domiciliários, são algumas das abordagens terapêuticas utilizadas pelos fisioterapeutas, em todo o mundo. No entanto, os resultados de uma revisão sistemática realizada por Novak et al. (2013), não foram conclusivos quanto à efetividade destas diferentes abordagens, em mais do que um nível do CIF CJ.

Em 1991, surge uma nova abordagem para o tratamento de crianças com PC, designada por *SuitTherapy*, que combina programas intensivos de fisioterapia, com o uso do *Adelisuít* (Semenova, 1997), que consiste numa ortótese dinâmica, desenhada no final da década de 60, para contrariar os efeitos adversos da gravidade zero, tais como a atrofia muscular e a osteopenia, e, por outro lado, manter a aptidão neuromuscular dos astronautas, durante as longas missões passadas no espaço.

Mais recentemente, verificou-se uma popularização desta ortótese dinâmica em diferentes países, recebendo designações diferentes de acordo com as patentes, tal como, o *Therasuít*, bem como um aumento da sua utilização em contexto clínico, associado a programas intensivos de intervenção, com objetivo de facilitar a propriocepção e melhorar a simetria e as variáveis espaço-temporais, designadamente a velocidade e a cadência da marcha (Bar-Haim, Harries & Belokopytov, 2006; Bailes et al., 2011).

Contudo, os resultados de uma revisão sistemática com meta-análise realizada por Martins, Cordovil, Oliveira et al. (2016), evidenciaram várias fragilidades metodológicas nos estudos RCTs incluídos, relativamente à efetividade do ST na funcionalidade de crianças e jovens com PC, sugerindo a necessidade do desenvolvimento de mais estudos nesta área.

O presente estudo tem como objetivo, investigar os efeitos imediatos do TS no padrão de marcha em crianças com PCE-U, com níveis de severidade I e II, no GMFCS, através da análise cinemática dos parâmetros espaciais e-temporais e dos deslocamentos angulares no plano sagital das articulações dos membros inferiores (parético e MI não parético).

6.2. Metodologia

6.2.1. Considerações Éticas

O presente estudo foi aprovado pelo Comité de Ética do Centro de Medicina de Reabilitação do Alcoitão (CMRA), de acordo com a Declaração de Helsínquia e decorreu no Laboratório de Marcha desta instituição. Foram obtidos consentimentos informados dos pais das crianças, bem como o assentimento da própria criança para a sua participação no estudo.

6.2.2. Objetivos

6.2.2.1. Objetivo geral

Investigar os efeitos imediatos do TS no padrão de marcha em crianças com PCE-U, com níveis de severidade I e II, no GMFCS, através da análise cinemática dos parâmetros espaciais e temporais e dos deslocamentos angulares no plano sagital das articulações dos membros inferiores (parético e MI não parético).

6.2.2.2. Objetivos específicos:

1. Verificar se as variáveis lineares espaciais e temporais (velocidade, cadência, duração percentual da fase de apoio (% do ciclo de marcha) no MIP e MINP, do apoio simples (% do ciclo de marcha) no MIP e MINP, duração total do apoio duplo (% do ciclo de marcha) e duração da fase oscilante (% do ciclo de marcha), no MIP e no MINP, demonstram alterações com o uso da ortótese dinâmica TS;
2. Verificar se as variáveis angulares (graus) no plano sagital das articulações da anca (flexão/extensão), do joelho (flexão/extensão) e da tibiotársica (flexão dorsal/flexão plantar), demonstram alterações com o uso da ortótese dinâmica TS, ao longo do ciclo de marcha, concretamente:
 - o valor angular de flexão/extensão da anca no MIP e no MINP, no contato inicial (CI); o valor angular mínimo de flexão da anca ou momento de extensão durante a fase de apoio; e, o valor angular máximo de flexão ou momento de flexão da anca, durante a fase oscilante;
 - o valor angular de flexão/extensão do joelho no CI; o valor angular mínimo de flexão do joelho ou momento de extensão durante a fase de apoio; e, o valor angular máximo de flexão ou momento de flexão do joelho, durante a fase oscilante;
 - o valor angular da articulação da tibiotársica (flexão dorsal/flexão plantar) no CI; o valor angular máximo ou momento de flexão dorsal da tibiotársica, durante a fase de apoio; e, o valor angular mínimo da articulação da tibiotársica no momento do *toe-off*;
 - as amplitudes de movimento (ROM) das articulações da pélvis, da anca, do joelho e da tibiotársica no MIP e no MINP, durante o ciclo de marcha.

6.2.3. Tipo de Estudo

O estudo apresentou uma metodologia de múltiplos casos-únicos, com um desenho *quasi*-experimental, que seguiu um formato bifásico (A-B), em que A se refere à condição pré-

teste (*baseline*) e B a condição pós-teste (com o *Therasuit*). De acordo com o *Medical Research Council* (2000), esta metodologia é considerada um meio pertinente para a realização de avaliações exploratórias dos efeitos de intervenções inovadoras, em indivíduos isolados, de forma a se estabelecer intervenções terapêuticas inovadoras específicas

6.2.4. Amostra

A amostra foi constituída pela totalidade de crianças com diagnóstico médico de PCE-U, com idades compreendidas entre os 5 e os 10 anos de idade, integradas num programa de (re) habilitação no Serviço de Reabilitação de Pediatria e Desenvolvimento do CMRA, durante o ano letivo de 2015/2016. Inicialmente resultou num total de 10 crianças, sendo que 3 delas foram excluídas após a seleção inicial, duas delas por terem realizado tratamento farmacológico da espasticidade no MIP com toxina botúlica, e a restante, por ter revelado um comportamento de intolerância e de não adesão no momento da colocação dos marcadores.

6.2.4.1. Seleção da Amostra

Foi utilizada uma técnica de amostragem não probabilística por conveniência, selecionada do grupo de crianças com PCE-U integradas num plano de (re)habilitação no serviço de Pediatria e Desenvolvimento do CMRA. Apesar de uma amostragem por conveniência, destacamos que a primeira investigadora não teve qualquer participação na seleção da mesma, nem estabeleceu qualquer contato prévio ao início do estudo, quer com as crianças, quer com as suas famílias.

Critérios de inclusão

- Crianças com um Diagnóstico Médico de PC Espástica unilateral (hemiparésia direita e esquerda);

A verificação dos critérios de inclusão e de exclusão relativamente ao subtipo de Paralisia cerebral espástica, teve em consideração alguns aspetos que considerámos essenciais, de modo a evitar a inclusão de distúrbios bilaterais, designadamente PCE bilateral (diplegia). Primeiramente baseou-se a seleção da amostra no diagnóstico médico e no sistema de classificação clínica mais amplamente aceite de PC espástica unilateral, desenvolvida pela SCPE, (Cans et al., 2007). Adicionalmente, durante o exame clínico, procedeu-se a testes neurológicos do MI contralateral, tanto na postura ortostática como na marcha, de forma a excluir a presença de alguns sinais clínicos (por exemplo, clónus e espasticidade), e simultaneamente confirmar da presença de controlo motor seletivo no MI não envolvido.

- Crianças com níveis de severidade I e II, de acordo com o GMFCS, que correspondem a crianças com limitações funcionais ligeiras, de modo a permitir a realização tarefa funcional em estudo (marcha).

Relativamente ao nível de severidade, as crianças com PCE-U foram classificadas com o GMFCS, tendo sido selecionadas as crianças classificadas com níveis I e II, consideradas como ligeiras, (Palisano et al., 1997; Morris & Bartlett, 2004; McDowell, Kerr & Parkes, 2007), permitindo a execução da tarefa motora da marcha sem ajuda de dispositivos externos (Boyd et al., 2000)

- Crianças de ambos os géneros;
- Crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 9 anos

Quanto à idade e aos dados antropométricos, a idade mínima dos 5 anos, foi considerada tendo por base as recomendações de Boyd et al. (2000) que referem como pré-requisito para uma análise tridimensional uma idade superior aos quatro anos, estatura e peso maior que 95 centímetros e 20 quilogramas, respetivamente.

- Nível cognitivo que permitisse a compreensão de ordens simples relacionadas com as tarefas em estudo (Cherng, Liu, Lau & Hong, 2007; Phillips, Sullivan, Burtner, Caprihan, Provost & Beddingfield, 2007; Provost et.al. 2007);
- Crianças sem experiência prévia com este tipo de ortótese dinâmica (TS), de modo a eliminar o efeito de aprendizagem (Ridgewell, Dobson, Bach & Baker, 2010), para evitar o viés;
- Crianças cujos pais concordaram em integrar o estudo através da assinatura do consentimento informado e que elas próprias tenham assentido verbalmente participar no estudo.

Critérios de exclusão

- Diagnóstico médico de outros tipos de PC (Disquinética e Atáxica), outros subtipos da PCE (bilateral) e, outras condições clínicas neuromusculares.
- Presença de deformidades estruturais ao nível dos membros inferiores e/ou tronco, com alterações biomecânicas irreversíveis significativas ou instabilidade na articulação tibiotársica (Rodda et al., 2004), que pudessem comprometer a segurança e o desempenho da criança das tarefas em estudo;
- Submetidas a cirurgia de correção ortopédica nos últimos 12 meses (Wingert et al., 2010; Eek, Beckung, 2008; McDowell et al.,2008);

- Submetidas a tratamentos farmacológicos da espasticidade (toxina botulínica) e uso de gessos circulares de correção, nos últimos 6 meses (Prosser et al., 2010; Wingert et al., 2010), uma vez que podem ser responsáveis pela diminuição da capacidade de gerar força muscular e constituir um fator de enviesamento dos resultados;
- Crianças com epilepsia não controlada e doenças cardíacas e respiratórias.

6.2.4.2. Caracterização da Amostra

A amostra foi constituída por 7 crianças, com idades compreendidas entre um mínimo de 5 anos e 10 meses e um máximo de 9 anos ($M=7.17 \text{ anos} \pm 1.01$), de ambos os géneros, 3 (42.9%) das crianças eram do género feminino e 4 (57.1%), do género masculino. Todas apresentaram o diagnóstico de Paralisia Cerebral Espástica Unilateral, embora, relativamente ao lado hemiparético 3 (42.9%) delas tinham uma hemiparésia esquerda e as restantes 4 (47.1%) hemiparésia direita e, por fim, quanto ao nível de severidade, 3 (42.9%) apresentaram nível II e as restantes 4 (57.1%), nível I no GMFCS.

No que concerne à idade de aquisição da marcha, 6 (85,7%) das crianças iniciaram marcha aos 24 meses e apenas 1 (14.3%) aos 30 meses.

Relativamente à história obstétrica e neonatal, a idade gestacional variou entre um mínimo de 25 e máximo de 42 semanas ($M=33.43 \pm 7.04$), sendo que 3 (42.9%) das crianças nasceram de termo e, as restantes 4 (57.1%) pré-termo; quanto ao peso à nascença, variou entre um mínimo de 0.800kg e máximo de 3,075kg; ($M=1.883 \pm 0.909$), sendo 3 (42.9%) das crianças apresentaram um peso normal e as restantes 4 (57.1%), um peso abaixo do normal. Destas 4 crianças (1 apresentou baixo peso; 1 muito baixo peso e as restantes 2, extremo baixo peso). Quanto ao tipo de parto, 4 (57.1% nasceram de um parto eutócito e as restantes 3 (42.9%) de um parto distócito (Tabela 6.1).

Tabela 6.1. História obstétrica e neonatal

	Idade gestacional (semanas)	Peso nascença (kg)	Tipo Parto	Cuidados intensivos neonatais	Ventilação assistida > 24h
1	41	3.075	Vaginal	Não	Não
2	34	1.845	Vaginal	Sim	Sim
3	42	2.500	Cesariana eletiva	Não	Não
4	25	0.833	Vaginal	Sim	Sim
5	30	1.420	Cesariana urgência	Sim	Sim
6	25	0.800	vaginal	Sim	Sim
7	37	2.660	Cesariana eletiva	Não	Não

Quanto às cirurgias ortopédicas e tratamentos farmacológicos da espasticidade, todas as crianças foram submetidas a pelo menos uma aplicação de toxina botulínica (BTX), tipo A, no MI parético, sendo que apenas uma das crianças (criança 1) foi submetida também a cirurgia ortopédica de alongamento muscular no MIP (15 meses previamente ao estudo).

Relativamente ao Perfil funcional (Tabela 6.2), avaliado com base no modelo conceptual da CIF-CJ, as sete crianças apresentaram as seguintes classificações: na funcionalidade motora global: 4 (57.1%) crianças apresentaram nível I e as restantes 3 (42.9%) nível II (GMFCS); na motricidade manual e bilateral: verificou-se que a maioria das crianças apresentou um maior compromisso do MS, comparativamente ao MI, pelo que 4 (57.1%) das crianças apresentaram nível III e as restantes 3 (42.9%) um nível II (BFMF e MACS); na fala e na comunicação, 3 (42.9%) das crianças (42.9%) revelaram um nível I, as outras 3 (42.9%) um nível II e, a restante (14.3%) um nível III (VSS e CFCS); na autonomia na alimentação, 3 (57.1%) das crianças apresentaram um nível II e, as restantes 3 (42.9%), nível II (EDACS).

Quanto aos problemas associados: apenas 2 (28.6%) crianças apresentaram alterações visuais, sendo que nenhuma apresentou alterações auditivas, nem problemas de epilepsia (nível I); quanto ao nível cognitivo, 3 (57.1%) das crianças apresentaram um nível I (QI > 84) e, as restantes (42.9%), um nível II (QI 70-84). Por último, quanto à participação a nível da escolar, 6 (85.7%) das crianças foram classificadas com um nível II e apenas 1 (14.3%) um nível I (Andrada et al., 2009).

Tabela 6.2. Perfil Funcional e problemas associados

	GMFCS	BFMFS	MACS	VSS	CFCS	EDACS	Epilepsia	Nível Cognitivo	Inclusão Educação
1	II	III	III	I	I	I	I	I	II
2	II	III	III	II	II	I	I	II	II
3	I	III	III	III	III	III	I	II	II
4	I	II	II	I	I	I	I	I	II
5	I	II	II	II	II	I	I	II	II
6	II	III	III	II	II	II	I	II	II
7	I	II	II	I	I	I	I	I	I

Legenda: GMFCS (*Gross Motor Function Classification System*); BFMFS (*Bilateral Fine Motor Function System*); MACS (*Manual Ability Classification System*); VSS (*Viking Speech Scale*); CFCS (*Communication Function Classification System*); EDACS (*Eating and Drinking Ability Classification System*).

No que concerne à função motora global e ao equilíbrio, a pontuação obtida na GMFM-66 variou entre 94% e 98% para as sete crianças (M=95.4%±1.4); quanto ao equilíbrio na EEP variou entre 43 pontos e 52 pontos (M=45.14±3.18).

6.2.5. Instrumentos

O laboratório de marcha do CMRA está equipado com duas câmaras de video-digitais (*Basler piA1000-48gc GigE*) e seis câmaras de infravermelhos (*VICON T10*), com uma amostragem de 100 Hz, que foram usadas para quantificar o movimento 3D dos membros inferiores (MI).

6.2.6. Procedimentos de Recolha de Dados

A descrição detalhada de todos os procedimentos adotados está apresentada no capítulo da metodologia geral (Capítulo IV), pelo que neste capítulo apenas será realizada uma descrição sumária dos mesmos.

A primeira parte consistiu numa avaliação detalhada de cada criança, que se baseou num exame subjetivo e, num exame clínico, que nos permitiu caracterizar a amostra, tanto no que concerne à sua história pré-natal, como ao seu perfil clínico e funcional.

Todos os dados recolhidos no exame clínico foram usados para guiar a colocação das bandas elásticas no TS, de acordo as necessidades individuais de cada criança.

6.2.6.3. Análise Cinemática da Marcha

A segunda parte consistiu numa análise cinemática da marcha, com objetivo de avaliar os parâmetros espaciais e temporais e as variáveis angulares no plano sagital dos membros inferiores (parético e não parético), durante duas condições: 1) pré-teste que corresponde à condição BL; 2) pós-teste que corresponde à condição com TS.

Os procedimentos realizados consistiram primeiramente com a familiarização da criança com o ambiente laboratorial, tendo-se realizado uma explicação prévia sobre todos os procedimentos a realizar; de seguida procedeu-se à recolha dos dados antropométricos que foram realizados nas duas condições do protocolo (BL e TS), como representado na Tabela 6.3.

Tabela 6.3. Medidas Antropométricas

Crianças	Medidas Antropométricas				
	Estatura (m)	Peso (Kg)	Comprimento MI (cm)		
			MIP	MINP	Dismetria
1	1.14	15.9	54.0	55.5	1.5
2	1.19	16.8	56.5	58.0	1.5
3	1.26	22.9	64.0	65.0	1.0
4	1.29	21.7	62.5	63.0	0.5
5	1.28	22.4	64.5	65.5	1.0
6	1.21	18.2	59.5	61.5	2.0
7	1.29	24.2	61.0	63.0	2.0

Legenda: MIP (Memmbro Inferior Parético); MINP ((Memmbro Inferior Não-Parético)

O peso corporal das crianças na condição *BL*, variou entre os valores mínimo de 15.9kg e máximo de 24.2kg ($M=20.30\pm 3.275$) e na condição com *TS* entre 16.80kg e 25.20kg ($M=21.257\pm 3.326$). Relativamente à estatura, variou entre 1.14m e 1.29m ($M=1.23\pm 0.56$). As sete crianças apresentaram uma discrepância no comprimento dos MIs, que variou entre um mínimo de 0.5cm e um máximo de 2.0cm ($M=1.36\text{ cm}\pm 0.57$).

De acordo com as medidas antropométricas de cada criança, 3 (42.9%) das crianças usou o tamanho pequeno do *TS* e as restantes 4 (57.1%) o tamanho médio.

6.3. Análise e Tratamento de Dados

A aquisição e processamento/tratamento dos dados biomecânicos foram realizados pelo sistema *Vicon*[®], através do *software Nexus versão 1.8.5* e por sua vez, a análise e apresentação do relatório biomecânico, através do *software Polygon, versão 3.5.2*.

Os dados foram arquivados em pastas e exportados também para pastas do Excel, de modo que cada arquivo armazenasse os dados de cada tarefa e de cada avaliação para cada participante, separadamente para posterior análise por programa específico (Hsue, Miller, Su, 2009).

6.4. Tratamento Estatístico

Inicialmente procedeu-se a uma análise exploratória descritiva com a finalidade de identificar os aspetos ou padrões do comportamento das variáveis em estudo:

- Variáveis qualitativas da amostra: análise das frequências para a caracterização da amostra nas variáveis qualitativas (género, diagnóstico médico, tipo de parto, classificação quanto ao peso à nascença e idade gestacional, tratamentos cirúrgicos e/ou medicamentosos, tamanho do *TS*, e perfil funcional);
- Variáveis quantitativas da amostra: cálculo das médias e os respetivos desvios padrão para as diferentes variáveis que caracterizam a amostra (idade gestacional, peso à nascença, medidas antropométricas (peso corporal com sapatos (*BL*), peso corporal com *TS* e estatura), idade em anos e meses, idade de aquisição da marcha, função motora global, equilíbrio e discrepância no comprimento dos membros inferiores);
- Variáveis quantitativas espaciais e temporais: cálculo das médias dos *trials* válidos (variaram entre 5 e 8) para cada condição (*BL* e *TS*) e respetivos desvios padrão das variáveis (velocidade, cadência, duração percentual da fase de apoio, do apoio simples, do apoio duplo e da fase oscilante para cada Membro Inferior (MIP e MINP)).

- Variáveis quantitativas angulares; cálculo das médias e desvios-padrão dos valores mínimos, máximos e as amplitudes de movimento das series temporais de cada criança, nas diferentes fases do ciclo e marcha.

Estatística Inferencial: no sentido de comparar os resultados das variáveis estudadas entre a condição BL e a condição TS, dado o número reduzido a amostra (< 30 sujeitos) (Maroco, 2003), utilizou-se o teste não paramétrico Wilcoxon (*wilcoxon paired sample test*) para amostras emparelhadas, e um nível de significância de 5% ($p \leq 0.05$).

Apesar de o valor do p fornecer a probabilidade de se obter uma estatística significativa, ele não informa sobre a importância clínica ou prática dos resultados (Berben, Sereika e Engberg, 2012; Durlak, 2009; Jacobson e Truax, 1991; Kirk, 1996). Neste sentido, dado o poder pouco discriminativo do p *value* em amostras reduzidas, para quantificar a dimensão ou magnitude do efeito, utilizou-se os valores de z , com recurso à fórmula ($r = Z/\sqrt{n}$), para calcular o coeficiente de correlação (Fritz, Morris & Richler, 2012) e para quantificar a magnitude do efeito imediato do TS (efeito r). Os valores são considerados pequenos se $r \geq 0.10$; moderado se $r \geq 0.30$ e grande se $r \geq 0.50$ (Tomczak & Tomczak, 2014, Cohen, 1988, 1992).

Por último, foi realizado o cálculo do índice de simetria para as variáveis espaciais e temporais, designadamente, velocidade, cadência, a duração percentual da fase de apoio, do apoio simples, do duplo apoio e da fase oscilante para o MI parético (MIP) e MI não parético (MINP), nas duas condições (*Baseline* e *Therasuit*). Para o efeito, calculou-se o *ratio* de Simetria ou índice de simetria (IS), que consistiu na razão entre os valores médios do MIP e os do MINP, em que a proporção de 1, representa a simetria perfeita (Lauziere et al 2014). No sentido de se verificar as diferenças encontradas no IS entre a condição BL e com TS, recorreu-se uma vez mais ao teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras emparelhadas, e um nível de significância de 5% ($p \leq 0.05$), e aos valores de Z para quantificar a magnitude de efeito entre as duas condições (BL e com TS).

6.5. Apresentação de Resultados

Primeiro foram apresentados os resultados obtidos (p *value*, d *Cohen* e o índice de simetria), entre as condições BL e com TS, nas variáveis espaciais e temporais da marcha (duração % fase de apoio, fase de apoio simples e fase oscilante no MIP e MINP, bem como a duração % do duplo apoio, a velocidade (m/s) e a cadência (passos/min).

Posteriormente, as variáveis angulares (graus) das articulações de ambos os MIs, exibidos pelas sete crianças ao longo do Ciclo de Marcha:

- Articulação da anca (flexão/extensão): valores angulares no CI, valores angulares mínimos de flexão ou momento de extensão durante a fase de apoio e, valores angulares máximos de flexão ou momento de flexão, durante a fase oscilante;
- Articulação do joelho (flexão/extensão): valores angulares (graus) no CI, valores angulares mínimos de flexão ou momento de extensão, durante a fase de apoio e, valores angulares máximos de flexão ou momento de flexão, durante a fase oscilante;
- Articulação da tibiotársica (flexão dorsal/flexão plantar): valores angulares no CI, valores angulares máximos de flexão dorsal durante a fase de apoio, valores angulares mínimos de flexão dorsal na subfase pé-oscilante ou momento *toe-off*;
- amplitudes de Movimento (ROM) durante o ciclo de marcha (graus), das articulações da pélvis, da anca, do joelho e da tibiotársica.

Por último, de acordo com a metodologia usada neste estudo (múltiplos estudos de sujeitos-único) e, de forma a permitir, uma melhor compreensão das particularidades de cada criança, foi construído uma tabela-síntese com a informação relativa aos ganhos obtidos nos deslocamentos de ambos os MIs para as sete crianças (Anexo VI) e procedeu-se a uma caracterização de cada criança, e uma análise qualitativa do padrão de marcha, tendo por base as variáveis angulares (graus) em ambos os MIs, ao longo do ciclo de marcha (Anexo VII).

6.5.1. Variáveis Espaciais e Temporais

Quando analisadas as variáveis espaço-temporais, verifica-se uma grande heterogeneidade no comportamento motor exibido pelas sete crianças na condição BL, designadamente: na fase de apoio no MIP (min=52.7%; max=57.8%; M=55.81%±1.9), no MINP (min=52.50%; max=63.00%; M=60.90%±1.68); no apoio simples no MIP (min=37.00%; max=42.00%; M=38.84%±1.84) e no MINP (min=40.5%; max=46.3%; M=43.83%±2.16; e na fase oscilante MIP (min=40.50%; max= 46.30%; M=43.83%±2.16) e no MINP (min=37.3%; max=41.7%; M=38.84%±1.84). Relativamente às variáveis duplo Apoio (min=13.20%; max=20.00%; M=17.03%±2.85), velocidade (min=0.95 m/s; max=1.42 m/s; M=1.23±0.15) e, por fim na cadência (min=112 passos/minuto; max=156 passos/minuto; M=139±15.49), referem-se à média de ambos os MIs.

Como representado na Tabela 6.4, quando comparadas a condição BL com a condição TS, o teste não paramétrico de *Wilcoxon* para amostras não emparelhadas, não demonstraram diferenças significativas para as variáveis temporais (fase de apoio, apoio simples e fase oscilante), tanto para o MIP, como para o MINP.

Tabela 6.4 Variáveis Espaciais e Temporais (VET) no MIP e MINP

VET	MIP BL		MIP TS		P value	Dim. Efeito	MINP BL		MINP TS		P value	Dimensão. Efeito
	Media	DP	Media	DP			Média	DP	Media	DP		
FA (%)	55.81	1.9	55.19	12.72	p=0.40	r=0.22	60.90	1.68	61.40	1.33	p=0.39	r=0.23
AS (%)	38.84	1.84	38.73	0.94	p=1.00	r=0.00	43.83	2.16	44.21	3.40	p=0.93	r=0.02
FO (%)	43.83	2.16	44.21	3.40	p=0.93	r=0.02	38.84	1.84	38.73	0.94	p=1.00	r=0.02

Legenda: FA (Fase de Apoio); AS (Apoio Simples); FO (Fase Oscilante); MIP (Membro Inferior Parético); MINP (Membro Inferior Não-Parético); BL (Baseline); TS (Therasuit).

De forma semelhante, para as restantes variáveis espaço-temporais também foram inexistentes as diferenças significativas entre a condição BL e a condição TS (Tabela 6.5).

Tabela 6.5. Variáveis Espaciais e Temporais (média de ambos os MIs)

Variáveis ET	Baseline		TS		P value	Dimensão. Efeito
	Media	DP	Média	DP		
Duplo Apoio (%)	17.03	2.85	16.81	3.41	p=1.00	r=0.00
Velocidade (m/s)	1.23	0.15	1.17	0.15	p=0.60	r=0.14
Cadência (passos/min)	139.00	15.49	141.43	9.54	p=0.86	r=0.05

Legenda: FA (Fase de Apoio); AS (Apoio Simples); FO (Fase Oscilante); MIP (Membro Inferior Parético); MINP (Membro Inferior Não-Parético); BL (Baseline); TS (Therasuit).

Do mesmo modo, os valores de Z revelaram uma magnitude de efeito pequena ($r \geq 0.10$), para todas as variáveis espaciais e temporais, o que nos permite inferir que o TS não influenciou positivamente estas variáveis da marcha, comparativamente à condição BL.

6.5.2. Índices de Simetria

Por último, relativamente ao índice de simetria (IS), quando comparadas as condições (BL e TS), para as variáveis temporais (fase de apoio, apoio simples, duplo apoio e fase oscilante), o teste de *Wilcoxon* não revelou diferenças significativas, para nenhuma das variáveis. Com o uso do TS, os resultados revelaram um ratio < 1 entre o MIP e MINP (Tabela 6.6). De acordo com Lauzier et al. (2014), um ratio=1 representa uma simetria perfeita, o que não se verificou no presente estudo, tendo-se verificado com o TS resultou num ratio < 1 entre o MIP e MINP.

Tabela 6.6. Índice de Simetria MIP/MINP na condição BL vs TS

	N	Min	Max	Media	Dp	Wilcoxon	Dimensão efeito	
Simetria Ratio MIP/MINP	Ratio Simetria_ F. Apoio BL	7	0.86	0.95	0.91	0.03	r=0.27	
	Ratio Simetria F. Apoio TS	7	0.84	0.97	0.89	0.04	p = 0.31	
	Ratio Simetria Apoio simples BL	7	0.80	0.94	0.88	0.04	Z = -0.33	r=0.09
	Ratio Simetria Apoio simples TS	7	0,79	0.96	0.87	0.05	p =0.73	
	Ratio Simetria Duplo Apoio BL	7	0.91	1.15	1.0002	0.07	Z = -0.33	r=0.32
	Ratio Simetria Duplo apoio TS	7	0.86	1.09	0.95	0.07	p = 0.73	
	Ratio Simetria F. Oscilante BL	7	1.00	1.24	1.11	0.07	Z = -0.33	r=0.09
	Ratio Simetria F. Oscilante TS	7	1.05	1.19	1.11	0.05	p = 0.73	

Legenda: MIP (Membro Inferior Parético); MINP (Membro Inferior Não-Parético).

Relativamente ao índice de simetria, embora o teste de *Wilcoxon* não tenha revelado a existência de diferenças significativas, entre a condição BL e TS, para nenhuma das variáveis temporais analisadas, a magnitudes de efeito, revelou-se moderada para a variável duplo apoio (r=0.32), sendo que para as restantes variáveis apresentou uma magnitude de efeito pequena.

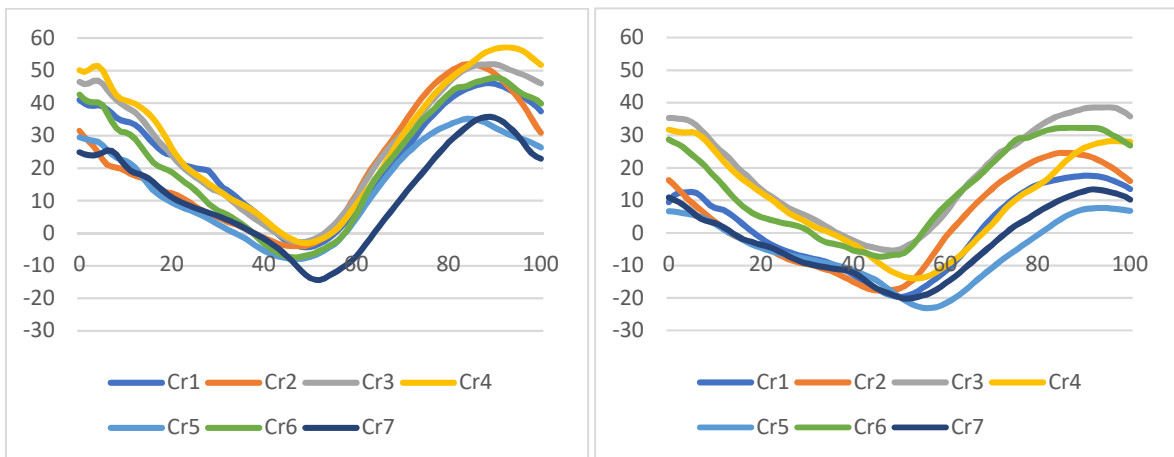
6.5.3. Variáveis Angulares

6.5.3.1. Articulação da Anca

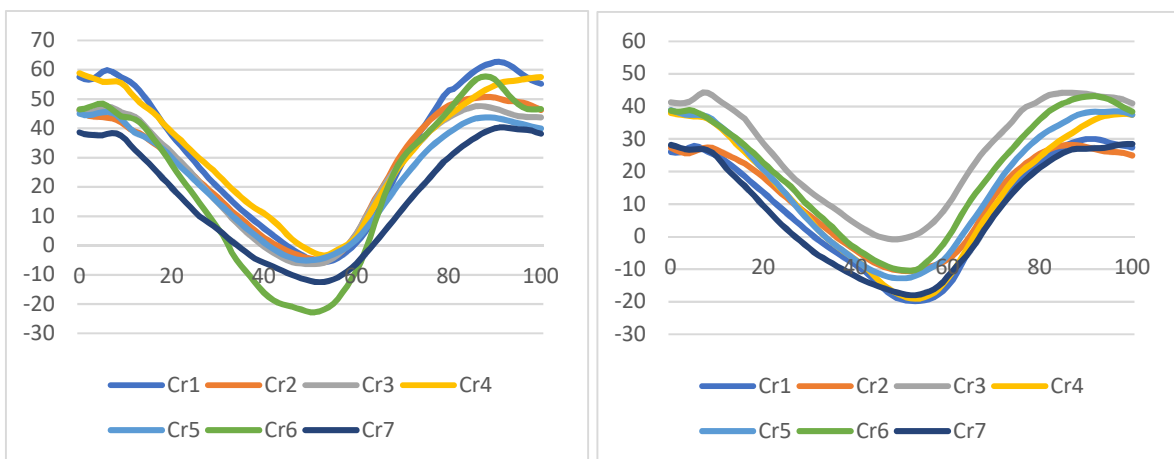
Como podemos observar nos gráficos (Figura 6.6a no MIP; Figuras 6.6b no MINP), na articulação a anca, quando comparadas a condição BL com a condição com TS, as sete crianças apresentaram uma tendência decrescente, no valor angular no contato inicial, no valor angular mínimo de flexão na fase de apoio e no valor angular máximo de flexão na fase oscilante.

Quando comparada a condição BT com a condição TS, os resultados obtidos nos testes não paramétricos de *Wilcoxon* para amostras emparelhadas, sugerem diferenças estatísticas,

nos ângulos da anca, no MI parético, e no MI não parético, durante a maior parte do ciclo de marcha, designadamente no contato inicial no MIP ($M_{BL}=37.9^{\circ}\pm 9.45$; $M_{TS}=19.8^{\circ}\pm 11.78$; $Z=2.37$, $p=0.01$) e no MINP ($M_{BL}=48.3^{\circ}\pm 7.23$; $M_{TS}=34.0^{\circ}\pm 6.56$; $Z=2.37$, $p=0.01$), nos ângulos mínimos de flexão da anca ou momento de extensão do MIP ($M_{BL}=-6.3^{\circ}\pm 4.11$; $M_{TS}=-15.4^{\circ}\pm$; $Z=-2.20$, $p=0.02$), durante a fase de apoio e, nos valores máximos de flexão no MIP ($M_{BL}=46.57^{\circ}\pm 8.34$; $M_{TS}=23.7^{\circ}\pm 11.26$; $Z=2.37$, $p=0.01$) e no MINP ($M_{BL}=51.9^{\circ}\pm 8.08$; $M_{TS}=35.9^{\circ}\pm 6.91$; $Z=2.37$, $p=0.01$), durante a fase oscilante.



6.6a. Representação dos ângulos de flexão/extensão da da anca do MIP na condição BL (esquerda) e TS (direita) ao longo do CM.



6.6b. Representação dos ângulos de flexão/extensão da anca do MINP na condição BL (esquerda) e TS (direita) ao longo do CM.

Os valores de z, também revelaram dimensões de efeito grandes para a maioria das variáveis angulares da anca do MIP e do MINP, concretamente, para os ângulos da anca no contato inicial de ambos os membros inferiores ($r=0.63$), ângulo mínimo de flexão ou momento extensor no MIP ($r=0.59$), durante a fase de apoio e, por último, nos ângulos

máximos de flexão de ambos os membros inferiores ($r=0.63$), durante a fase oscilante. Excepcionalmente, e apesar da inexistência de diferenças significativas, os valores de z , demonstram uma magnitude de efeito moderada ($r=0.34$), para o ângulo mínimo de flexão da anca ou momento extensor no MINP, durante a fase de apoio.

6.5.3.2. Articulação do Joelho

Como observados nos gráficos (Figuras 6.7a MIP; 6.7b MINP), contrariamente ao observado na articulação da anca, na articulação do joelho, observou-se nas sete crianças uma tendência para diferentes padrões cinemática nesta articulação, quando comparadas a condição BL com a condição com TS, pelo que, os testes de *Wilcoxon* para amostras emparelhadas apenas sugerem a existência de diferenças significativas para os ângulos máximos de flexão do joelho no MIP ($M_{BL}= 64.50^{\circ}\pm 7.16$; $M_{TS}= 45.30^{\circ}\pm 10.42$; $Z=2.37$, $p=0.01$) durante a fase oscilante .

Relativamente às restantes variáveis, os resultados não sugerem diferenças significativas nos ângulos do joelho no CI, tanto no MIP ($M_{BL}=16.60^{\circ}\pm 13.26$; $M_{TS}=12.30^{\circ}\pm 6.86$; $Z=1.52$, $p=0.12$), como no MINP ($M_{BL}=17.60^{\circ}\pm 7.01$; $M_{TS}=19.80^{\circ}\pm 5.87$; $Z=0.553$, $p=0.55$), nos ângulos mínimos de flexão ou momento extensor do joelho no MIP ($M_{BL}=2.76^{\circ}\pm 5.40$; $M_{TS}=4.20^{\circ}\pm 2.81$; $Z=1.02$, $p=0.31$) e no MINP ($M_{BL}=9.80^{\circ}\pm 2.94$; $M_{TS}=14.99^{\circ}\pm 5.25$; $Z=1.86$, $p=0.06$) durante a fase de apoio e, por último, no ângulo máximo de flexão do joelho no MINP ($M_{BL}=73.30^{\circ}\pm 4.18$; $M_{TS}=70.20^{\circ}\pm 8.22$; $Z=1.18$, $p=0.23$), durante a fase oscilante.

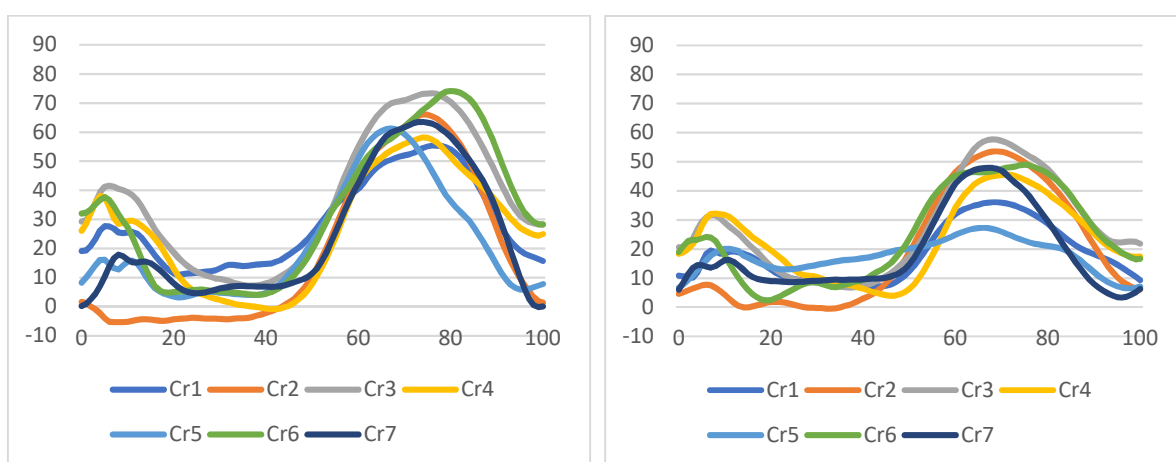


Figura 6.7a Representação dos ângulos de flexão/extensão do Joelho do MIP na condição *BL* (esquerda) e *TS* (direita) ao longo do CM.

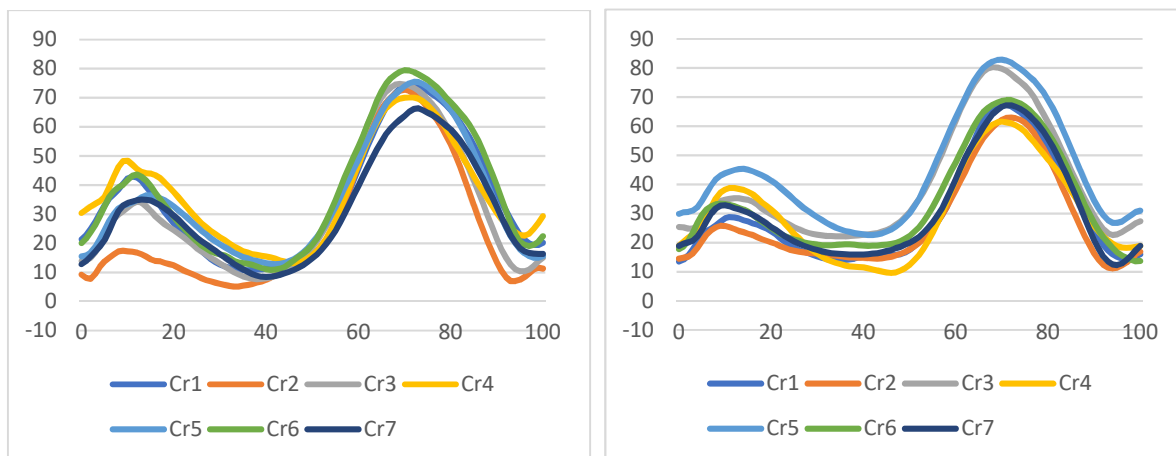


Figura 6.7b Representação dos ângulos de flexão/extensão do Joelho do MINP na condição *BL* (esquerda) e *TS* (direita) ao longo do CM.

Similarmente, os valores *de z*, revelaram magnitudes de efeito grandes no ângulo máximo de flexão do joelho no MIP ($p=0.01$; $r=0.63$), durante a fase oscilante. Relativamente ao ângulo mínimo de flexão ou momento extensor no MINP, durante a fase de apoio, apesar da inexistência de diferenças significativas os valores *de z*, revelaram uma magnitude de efeito grande ($p=0.06$; $r=0.50$). Para as restantes variáveis, verificou-se uma dimensão de efeito moderada no ângulo máximo de flexão do joelho no MINP ($p=0.23$; $r=0.32$), durante a fase oscilante e no ângulo do joelho no contato inicial no MIP ($p=0.12$; $r=0.41$). Por último, uma dimensão de efeito pequena no ângulo mínimo de flexão ou momento extensor do joelho no MIP ($p=0.31$; $r=0.27$) durante a fase de apoio e no ângulo do joelho no contato inicial no MINP ($p=0.55$; $r=0.16$) e uma dimensão de efeito grande nas ROMs e ambos s MIs.

6.5.3.3. Articulação da Tibiotársica

Como podemos observar nos gráficos (Figura 6.8a no MIP; Figuras 6.8b no MINP), na articulação da tibiotársica, quando comparadas a condição BL com a condição com TS, as sete crianças apresentaram uma tendência para apresentarem padrões cinemáticos distintos entre o MI parético e o MI não parético, nas diferentes fases da marcha (CI, fase de apoio e *toe-off*), embora revelem padrões de controlo motor semelhantes em cada MI quando comparadas entre si.

Os resultados obtidos nos testes não paramétricos de *Wilcoxon* para amostras emparelhadas quando comparada a condição BL com a condição com TS, sugerem diferenças significativas, nos ângulos da articulação da tibiotársica, no MI parético, nas diferentes fases da marcha, designadamente nos ângulos da TT no CI ($M_{BL}=-10.49^{\circ}\pm 6.31$; $M_{TS}=-29^{\circ}.00^{\circ}\pm 6.16$;

Z=2.37, p=0.01), no ângulo máximo de flexão dorsal na fase de apoio ($M_{BL}=10.8^{\circ}\pm 5.08$; $M_{TS}=16.3^{\circ}\pm 5.18$; Z=2.37, p=0.01) e no ângulo mínimo de flexão dorsal na subfase *toe-off* ($M_{BL}=-28.20^{\circ}\pm 9.86$; $M_{TS}=-11.76^{\circ}\pm 5.90$; Z=2.37, p=0.01).

Relativamente ao MINP, apenas se verificaram diferenças significativas para o ângulo máximo de flexão dorsal da TT na fase de apoio ($M_{BL}=20.6^{\circ}\pm 4.36$; $M_{TS}=28.6^{\circ}\pm 6.18$; Z=2.03, p=0.04). Os ângulos no CI ($M_{BL}=8.56^{\circ}\pm 2.73$; $M_{TS}=14.4^{\circ}\pm 9.37$; Z=1.352, p=0.17) e ângulos mínimos de flexão dorsal durante a subfase pré-balanço ou momento *toe-off* ($M_{BL}=-7.27^{\circ}\pm 5.87$; $M_{TS}=-7.96^{\circ}\pm 5.08$; Z=0.507, p=0.61), não revelaram diferenças significativas.

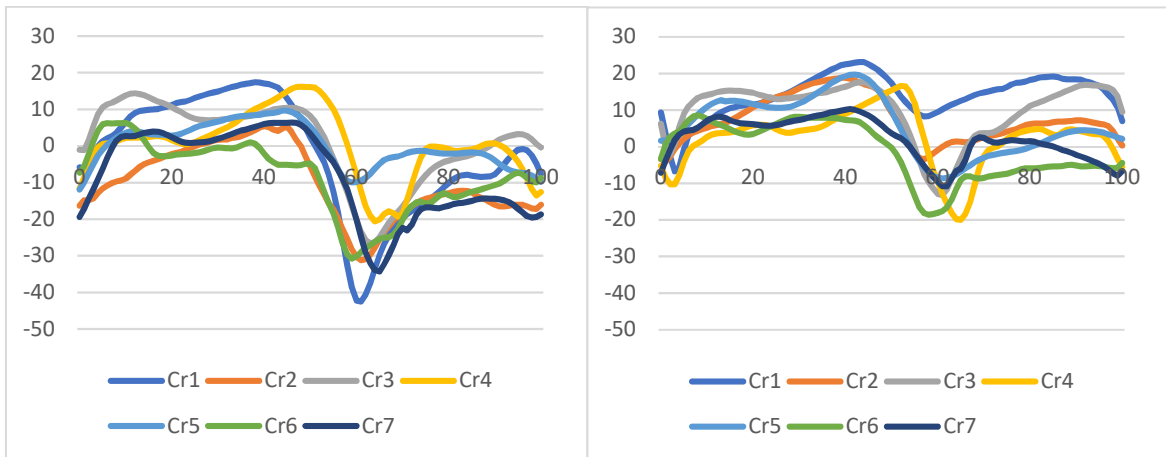


Figura 6.8a Representação dos ângulos de flexão dorsal/flexão plantar da Tibiotársica do MIP na condição *BL* (esquerda) e *TS* (direita) ao longo do CM.

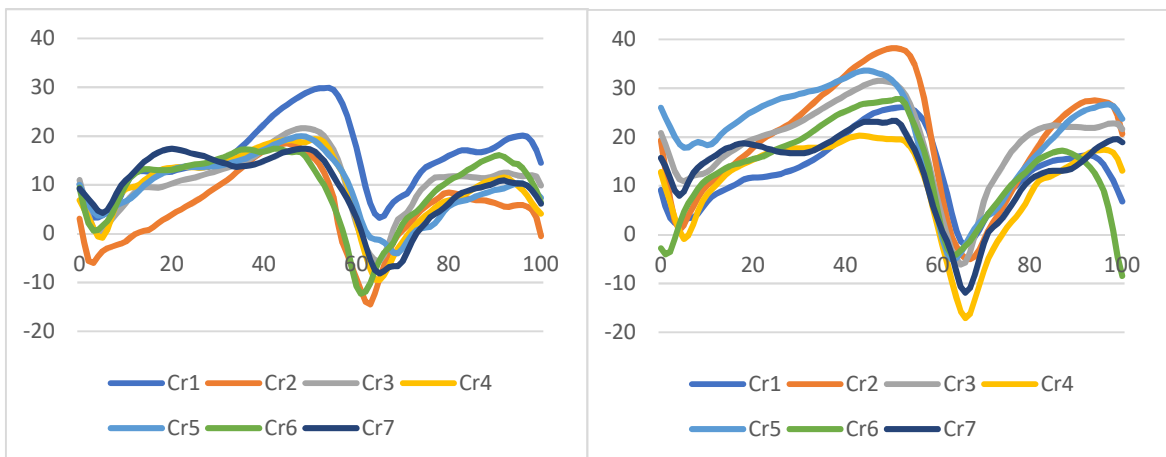


Figura 6.8b Representação dos ângulos de flexão dorsal/flexão plantar da Tibiotársica do MINP na condição *BL* (esquerda) e *TS* (direita) ao longo do CM.

Na articulação da tibiotársica verificou-se diferenças significativas para todas as variáveis do MIP e apenas para a variável ângulo máximo de flexão dorsal do MINP, durante a

fase de apoio. Similarmente os valores de z , revelaram dimensões de efeito grandes para cinco das variáveis analisadas, designadamente nos ângulos máximos de flexão dorsal da TT no MIP ($p=0.01$; $r=0.63$) e no MINP ($p=0.54$; $d=1.54$), durante a fase de apoio, nos ângulos mínimos de flexão dorsal da TT no MIP ($p=0.01$; $r=0.63$) e no valor angular da TT no contato inicial no MIP ($p=0.01$; $r=0.63$). Para a variável valor angular da TT do MINP no contato inicial ($p=0.17$; $r=0.36$), apesar da inexistência de diferenças significativas, os valores de z demonstraram uma dimensão moderada. Excepcionalmente no MINP, o valor angular mínimo de flexão dorsal da TT no momento *toe-off* ($p=0.61$; $r=0.14$), não apresentou diferenças significativas e revelou uma dimensão de efeito pequena.

6.5.3.4. Amplitudes de Movimento (ROM)

Quando comparadas as duas condições BL e com TS, ao longo do ciclo de marcha, os resultados evidenciaram:

Articulação da Pélvis: as ROM ao longo do ciclo de marcha, não revelaram diferenças significativas tanto no MIP ($M_{BL}=7.80^{\circ}\pm 3.19$; $M_{TS}=7.90^{\circ}\pm 1.89$; $Z=0.338$, $p=0.73$), como no MINP ($M_{BL}=7.10^{\circ}\pm 3.07$; $M_{TS}=7.83^{\circ}\pm 1.61$; $Z=0.507$, $p=0.61$), durante o ciclo de marcha. Os valores de z revelaram magnitudes de efeito pequenas tanto para o MIP ($r=0.09$) como para o MINP ($r=0.14$), quando comparadas as duas condições.

Articulação da Anca: as ROM ao longo do ciclo de marcha, revelaram diferenças significativas tanto no MIP ($M_{BL}= 52.80^{\circ}\pm 5.50$; $M_{TS}=39.80^{\circ}\pm 5.50$; $Z=2.37$, $p=0.01$) e no MINP ($M_{BL}=60.57^{\circ}\pm 10.72$; $M_{TS}=48.90^{\circ}\pm 6.07$; $Z=2.19$, $p=0.02$). Os valores de z revelaram magnitudes de efeito grandes nas ROM da articulação da anca de ambos os membros inferiores, designadamente no MIP ($r=0.63$) e no MINP ($r=0.59$).

Articulação do Joelho: as ROM ao longo do ciclo de marcha, demonstraram diferenças significativas tanto no MIP ($M_{BL}=61.80^{\circ}\pm 9.15$; $M_{TS}= 41.09^{\circ}\pm 12.03$; $Z=2.37$, $p=0.01$), como no MINP ($M_{BL}=63.5^{\circ}\pm 4.68$; $M_{TS}=55.20^{\circ}\pm 3.07$; $Z=2.37$, $p=0.01$). Os valores de z , revelaram magnitudes de efeito grandes nos valores das ROM do joelho no MIP ($p=0.01$; $r=0.63$) e no MINP ($p=0,01$; $r=0.63$).

Articulação da Tibiotársica: as ROM da TT, ao longo do ciclo de marcha, apresentaram diferenças significativas tanto para o MIP ($M_{BL}=39.10^{\circ}\pm 11.26$; $M_{TS}= 28.10^{\circ}\pm 5.14$; $Z=2.08$, $p=0.04$), como para o MINP ($M_{BL}=27.80^{\circ}\pm 2.96$; $M_{TS}=36.60^{\circ}\pm 4.51$; $Z=2.37$, $p=0.01$). Os valores de z demonstraram magnitudes de efeito grandes nas ROM da TT no MIP ($p=0.04$; $r=0.56$) e no MINP ($p=0.01$; $r=0.63$).

6.5.3.5. Análise Descritiva dos Casos

A tabela síntese e os gráficos representativos dos deslocamentos angulares exibidos por cada uma das sete crianças, que constituiu a amostra, nas duas condições BL vs TS, podem ser consultados nos Anexos VI e VII, respectivamente.

Criança 1

Criança do sexo feminino, de 5 anos e 10 meses de idade, com um diagnóstico médico de PCE-U esquerda. Nasceu de uma gravidez vigiada e sem intercorrências às 41 semanas de idade gestacional (recém-nascido (RN) de termo), de um parto eutócico, com um peso à nascença de 3.075kg. Iniciou marcha independente aos 2 anos de idade.

Exames complementares de diagnóstico: as imagens da ressonância magnética (RM) aos 12 meses de idade, revelaram enfarte do território da artéria cerebral média direta difusa, com ligeira dilatação atrófica do ventrículo lateral, com possível etiologia perinatal.

Histórias cirúrgicas ou farmacológicas: realizou duas aplicações de toxina botulínica, tipo A (BTX-A), a nível dos gêmeos do MI esquerdo, sendo que a última injeção foi realizada oito meses antes da cirurgia ortopédica de alongamento do músculo gastrocnémio no MIP, que realizou, quinze meses previamente ao estudo.

Medidas antropométricas: Altura: 1.14m; peso BL-15.90kg; Peso TS: 16.80kg; comprimento MIP-54.0cm; MINP 55.5cm; diâmetro joelho MIP 6.5cm; MINP-6.6cm; diâmetro TTMIP-4.8cm; MINP-5.0cm. Presença de uma dismetria de 1.5cm. Usou a ortótese TS tamanho S. Calçou ténis tamanho 27.

Problemas associados: sem alterações na visão e na audição, nível I (cognição), comportamento adequado à idade e nível I na epilepsia (ausência).

Amplitudes articulares de movimento (ROM): ligeiras limitações articulares no MIP versus MINP, designadamente nas articulações da anca (flexão: 125°/135°; abdução: 35/40°; rotação lateral: 40°/50), do joelho (flexão: 145/150°); e da tibiotársica (flexão dorsal: 15°/25). As restantes ROM do MIP e as ROM do MINP apresentavam-se entro dos valores padrão.

Espasticidade: apresentou um *score* entre 1 (adutores da anca, flexores do joelho e inversores da TT) e 1+ (rotadores mediais da anca e flexores plantares) no MIP.

Perfil funcional: nível II na motricidade motora global (GMFCS), nível III na motricidade bimanual e fina (BFMF e MACS); nível I no desempenho na comunicação (VSS e CFCS); nível II na capacidade de se auto-alimentar (EDACS); nível II na inclusão/educação (EDL).

Função motora global e equilíbrio: pontuação de 94/100 (GMFM); pontuação de 43/56 pontos (EEP) no equilíbrio em situações estáticas e dinâmicas; pontuação 6/6/5 (EMF) na mobilidade funcional em diferentes contextos do dia-a-dia.

Relativamente às variáveis angulares de ambos os MIs, quando comparadas a condição BL com o TS verificaram-se ao longo do ciclo de marcha os seguintes resultados:

Articulação da Anca: na fase de apoio, verificou-se no momento do CI, uma redução do ângulo presente na condição BL, que se refletiu num aumento do padrão de extensão da anca em ambos os MIs, sendo que no MIP, apresentou um valor angular inferior, enquanto no MINP, se aproximou dos valores padrão; ainda nesta fase do CM, observou-se um aumento do ângulo máximo de extensão da anca em ambos os MIs, na direção dos valores padrão. Durante a fase oscilante, verificou-se uma redução dos ângulos máximos de flexão em ambos os MIs, sendo que no MIP assumiu um valor inferior ao esperado nesta fase do CM, enquanto que, no MINP se aproximou dos valores padrão.

Articulação do Joelho: na fase de apoio, concretamente no CI, observou-se uma redução dos ângulos de flexão (padrão de flexão) em ambos os MIs, embora, ainda superiores aos valores padrão; ainda nesta fase do CM, observou-se um aumento do ângulo máximo de extensão do joelho presente na condição BL, na direção dos valores padrão, e contrariamente, no MINP, ocorreu um ligeiro aumento do padrão de flexão. Durante a fase oscilante, observou-se uma redução dos ângulos máximos de flexão em ambos os MIs, sendo que no MIP se revelou excessiva, enquanto no MINP se aproximou dos valores padrão.

Articulação da Tibiotársica: na fase de apoio, concretamente no CI verificou-se uma redução dos ângulos de flexão em ambos os MIs, sendo que no MIP, se refletiu numa substituição do padrão de equino do pé (flexão plantar) por um padrão de flexão dorsal, embora ainda superior aos valores padrão, enquanto no MINP, manteve um ângulo de flexão dorsal superior aos valores padrão; ainda nesta fase do CM, verificaram-se padrões de controlo motor da TT distintos nos MIP e MINP, enquanto no MIP demonstrou um aumento do ângulo máximo de flexão dorsal, por sua vez, no MINP ocorreu uma redução do ângulo de flexão dorsal presente na condição BL, ainda que superiores, aos valores padrão; no momento *toe-off*, o MIP demonstrou uma redução do padrão de equino do pé, sendo que no MINP o valor angular de flexão dorsal presente na condição BL, foi substituído por uma ligeira flexão plantar, na direção dos valores padrão. Por fim, durante a fase oscilante, no MIP ocorreu uma substituição do ângulo de flexão plantar por flexão dorsal e no MINP, exibiu uma redução do ângulo de flexão dorsal, embora superiores aos valores padrão em ambos os MIs.

Criança 2

Criança do sexo feminino de 6 anos e 6 meses de idade, com um diagnóstico médico de PCE-U esquerda. Nasceu de uma gravidez vigiada às 34 semanas de idade gestacional (RN pré-termo), de um parto eutócico, com um peso à nascença de 1.845kg. Esteve internada nos cuidados intensivos neonatais e fez ventilação assistida \geq 24 horas. Iniciou marcha independente aos 2 anos de idade.

Exame complementar de diagnóstico: RM realizada aos 11 meses de idade revelou sequelas de uma lesão isquémica extensa envolvendo tanto o território profundo, como o território mais periférico, superficial, com envolvimento cortical. Extensa destruição da substância branca no centro semioval direito e dilatação passiva retráctil volumosa do ventrículo lateral direito. Extenso enfarte sílvico direito predominantemente profundo.

Histórias cirúrgicas ou farmacológicas: foi submetida a duas aplicações de BTX-A nos músculos gêmeos esquerdo, realizada 8 meses previamente ao estudo

Problemas associados: sem alterações na visão e na audição, nível II (cognição), comportamento imaturo para a idade, nível I na epilepsia (ausência).

Medidas antropométricas: Altura: 1.19m; peso BL: 16.80kg; Peso TS: 17.70kg; comprimento MIP: 56.5cm; MINP: 58,0cm; diâmetros joelho MIP: 7.0cm; MINP: 7.0cm; diâmetros TTMIP: 4.5cm; MINP: 4.5cm. Presença de uma dismetria de 1.5cm. Usou a ortótese TS tamanho S. Calçou ténis tamanho 28.

Amplitudes articulares de movimento (ROM): ligeiras limitações articulares no MIP versus MINP, designadamente nas articulações da anca (extensão: -5/-10°; flexão: 130/135°; abdução: 30/40°; rotação lateral: 40/50°); do joelho (extensão: -5/0°; flexão: 140/150°; extensão: -5/0°); e, da tibiotársica (flexão dorsal: 10/20°; eversão: 10/20°). As restantes ROM, do MIP e as ROM do MINP apresentavam-se dentro dos valores padrão.

Espasticidade: apresentou um *score* entre 1 (flexores e adutores da anca e inversores da TT) e 1+ (rotadores mediais da anca e flexores do joelho e flexores plantares), no MIP.

Perfil funcional: nível II na motricidade motora global (GMFCS), nível III na motricidade bimanual e fina (BFMF e MACS); nível II no desempenho na comunicação (VSS e CFCS); nível II na capacidade de se auto-alimentar (EDACS); nível II na inclusão/educação (EDL).

Função motora global, equilíbrio e mobilidade funcional: 94/100 (GMFM); pontuação de; 43/56 pontos (EEP) no equilíbrio em situações estáticas e dinâmicas; pontuação 6/6/5 (EMF) na mobilidade funcional em diferentes contextos do dia-a-dia.

Relativamente às variáveis angulares de ambos os MIs, quando comparadas a condição BL com o TS verificaram-se ao longo do ciclo de marcha os seguintes resultados:

Articulação da Anca: durante a fase de apoio, concretamente, no momento do CI, observou-se uma redução do padrão de flexão da anca em ambos os MIs, sendo que no MIP demonstrou um ângulo inferior ao esperado, enquanto que no MINP, ocorreu na direção dos valores padrão; ainda nesta fase do CM, verificou-se um aumento dos ângulos máximos de extensão da anca em ambos os MIs, na direção dos valores padrão. Durante a fase oscilante: verificou-se, uma redução dos ângulos máximos de flexão em ambos os MIs, na direção dos valores padrão.

Articulação do Joelho: na fase de apoio, concretamente, no contato inicial, verificou-se, um aumento do ângulo de flexão em ambos os MIs, sendo que no MIP, se manteve dentro dos valores padrão, e no MINP, se refletiu num agravamento do padrão de flexão; ainda nesta fase do CM, observou-se uma redução dos ângulos máximos de extensão no MIP, que se refletiu numa correção da hiperextensão do joelho presente na condição BL, na direção dos valores padrão e, no MINP uma diminuição do ângulo máximo de extensão, que se refletiu num aumento do padrão de flexão. Durante a fase oscilante, similarmente à articulação da anca, também se observou uma redução dos ângulos máximos de flexão do joelho em ambos os MIs, na direção dos valores padrão;

Articulação da Tibiotársica: na fase de apoio, verificou-se no contato inicial, uma correção do padrão de equino no MIP na direção dos valores padrão e, por sua vez, um aumento da flexão dorsal no MINP, assumindo um valor superior aos valores padrão; ainda esta fase do CM, verificou-se um aumento dos ângulos máximos de flexão dorsal em ambos os MIs, sendo que no MIP, se aproximou dos valores padrão, enquanto no MINP apresentou-se superior; por fim, no momento *toe-off*, observou-se uma redução dos ângulos presentes na condição BL, tanto no MIP, como no MINP, assumido valores inferiores aos valores padrão. Durante a fase oscilante, observaram padrões de controlo motor distintos na TT, enquanto no MIP ocorreu uma redução da flexão plantar na direção dos valores padrão, no MINP ocorreu um agravamento do ângulo de flexão dorsal presente na condição BL.

Criança 3

Criança do sexo masculino de 6 anos e 9 meses de idade, com um diagnóstico médico de PCE-U esquerda. Nasceu de uma gravidez vigiada de 42 semanas (RN termo), de um parto distócico (cesariana eletiva), com um peso à nascença de 2.550kg. Iniciou marcha independente aos 2 anos de idade.

Exames complementares de diagnóstico: a ressonância magnética (RM) realizada aos 8 meses de idade revelou sequela de extenso enfarte da artéria cerebral média, envolvendo os territórios superficial e profundo, com dilatação atrofica do ventrículo lateral e hemi-atrofia da calote.

Histórias cirúrgicas ou farmacológicas: realizou duas aplicações de BTX-A, a nível dos músculos gêmeos esquerdo, realizada 12 meses previamente ao estudo.

Produtos de apoio: utiliza ortótese curta da tibiotársica (AFO de correção do equino à esquerda.

Problemas associados: sem alterações da audição, hemianopsia bitemporal (visão) e usava próteses de correção, nível I (cognição), comportamento imaturo para a idade, nível I, na epilepsia (ausência).

Medidas antropométricas: Altura: 1.26m; peso BL: 22.90 kg; Peso TS: 23.90kg; comprimento MIP: 64.0cm; MINP: 65.0cm; diâmetros joelho MIP: 8.0cm; MINP: 8.4cm; diâmetros TTMIP: 5.0cm; MINP: 5.4cm. Presença de uma dismetria de 1.0cm. Usou a ortótese TS tamanho M. Calçou ténis tamanho 30.

Amplitudes articulares de movimento (ROM): ligeiras limitações articulares no MIP versus MINP, designadamente nas articulações da anca (flexão com extensão do joelho: 120/130°; abdução: 30/40°; rotação lateral: 40/50°); do joelho (flexão: 130/140°) e da tibiotársica (flexão dorsal: -10/20°; inversão: 30/35°; eversão: 15/20°). As restantes ROM do MIP e as ROM do MINP apresentavam-se dentro dos valores padrão.

Espasticidade: apresentou um *score* entre 1 (flexores e adutores da anca, flexores do joelho e inversores da TT) e 1+ (rotadores mediais da anca e flexores plantares), no MIP.

Perfil funcional: nível I na motricidade motora global (GMFCS); nível III na motricidade bimanual (BFMF e MACS e); nível III no desempenho na comunicação (VSS e CFCS); nível II na capacidade de se auto-alimentar (EDACS); nível II na inclusão/educação (EDL).

Função motora global e equilíbrio: pontuação de 96/100 (GMFM); pontuação de 44/56 pontos (EEP) no equilíbrio em situações estáticas e dinâmicas; pontuação 6/6/5 (EMF) na mobilidade funcional em diferentes contextos do dia-a-dia.

Relativamente às variáveis angulares de ambos os MIs, quando comparadas a condição BL com o TS verificaram-se ao longo do ciclo de marcha os seguintes resultados:

Articulação da Anca: na fase de apoio, concretamente no momento do CI, observou-se uma redução do padrão de flexão da anca em ambos os MIs, sendo que no MIP, o valor angular se aproximou dos valores padrão, enquanto no MINP, se manteve superior; ainda nesta fase do CM, a criança demonstrou um aumento do ângulo máximo de extensão da anca no MIP, na direção dos valores padrão, e contrariamente, no MINP ocorreu uma redução do ângulo de extensão, distanciando-se dos valores padrão. Durante a fase oscilante, verificou-se uma redução dos ângulos máximos de flexão em ambos os MIs, na direção dos valores padrão.

Articulação do Joelho: na fase de apoio, concretamente no momento do CI, ocorreu uma redução do padrão de flexão no joelho do MIP, embora ainda superior aos valores padrão, e por sua vez, no MINP, ocorreu um agravamento do padrão de flexão, comparativamente à condição BL; ainda nesta fase do CM, observou-se um ligeiro aumento do ângulo máximo de extensão no MIP, que se refletiu numa redução do padrão de flexão, presente na condição BL, na direção dos valores padrão, contrariamente ao MINP ocorreu um agravamento do padrão de flexão do joelho, presente na condição BL. Durante a fase oscilante, observou-se uma redução do ângulo máximo de flexão no MIP, sendo que no MINP, ocorreu um agravamento do padrão de flexão presente na condição BL.

Articulação da Tibiotársica: na fase de apoio, concretamente no CI, verificou-se uma redução da flexão plantar no MIP, que se refletiu numa substituição da flexão plantar por um ângulo de flexão dorsal (ligeiramente superior aos valores padrão), e por sua vez, no MINP ocorreu um agravamento do ângulo de flexão dorsal, presente na condição BL; ainda nesta fase do CM, verificou-se um aumento do ângulo máximo de flexão dorsal em ambos MIs, assumindo no entanto, valores superiores aos valores padrão; por fim, no momento *toe-off*, verificou-se uma redução do ângulo de flexão plantar em ambos os MIs. Durante a fase oscilante, verificou-se uma substituição do padrão de flexão plantar por um padrão de flexão dorsal, enquanto no MINP, ocorreu um aumento do ângulo de flexão dorsal presente na condição BL.

Criança 4

Criança do sexo masculino, de 7 anos de idade, com um diagnóstico médico de PCE-U direita. Nasceu de uma gravidez vigiada às 25 semanas de idade gestacional (RN pré-termo), de um parto eutócico com um peso à nascença de 0.833kg. Esteve internado nos cuidados intensivos neonatais, e foi submetido a manobras de reanimação e ventilação assistida durante 21 dias, Fez pneumonia ao 3º dia de vida. Iniciou marcha independente aos 2 anos de idade.

Exames complementares de diagnóstico: as imagens da ressonância magnética (RM) aos 19 meses de idade, revelaram sequela de hemorragia parenquimatosa na região fronto-parietal esquerda profunda, com degenerescência walleriana ao longo da via piramidal, atrofia talâmica e do núcleo caudado, dilatação ventricular e atrofia da comissura calosa. Etiologia possível perinatal, no contexto da prematuridade

Histórias cirúrgicas ou farmacológicas: realizou uma aplicação de BTX-A, a nível dos músculos gêmeos direito, realizada 10 meses previamente ao estudo.

Produtos de apoio: utiliza ortótese curta da tibiotársica (AFO) de correção do equino à direita.

Problemas associados: sem alterações da audição e da visão, nível I (cognição), comportamento imaturo para a idade, nível I, na epilepsia (ausência).

Medidas antropométricas: Altura: 1.29m; peso BL: 21.70kg; Peso TS: 22.70kg; comprimento MIP: 63.0cm; MINP: 62.5cm; diâmetros joelho MIP: 7.8cm; MINP: 7.8cm; diâmetros TT MIP: 4.8; MINP: 5.8cm. Presença de uma dismetria de 0.5cm. Usou a ortótese TS tamanho M. Calçou ténis tamanho 31.

Amplitudes articulares de movimento (ROM): ligeiras limitações articulares no MIP versus MINP, designadamente nas articulações da anca (extensão: -5/-15°; flexão: 120/130°; rotação lateral: 50/55°), do joelho (extensão: -5/0°) e da tibiotársica (flexão dorsal: -15/20°; eversão: 10/20°). As restantes ROM do MIP e as ROM do MINP apresentavam-se dentro dos valores padrão.

Espasticidade: apresentou um *score* entre 1 (flexores do joelho e inversores da TT) e 1+ (flexores plantares), no MIP.

Perfil funcional: nível I na motricidade motora global (GMFCS), nível II na motricidade bimanual e fina (BFMF e MACS); nível I no desempenho na comunicação (VSS e CFCS); nível I na capacidade de se auto-alimentar (EDACS); nível II na inclusão/educação (EDL).

Função motora global e equilíbrio: pontuação de 97/100 (GMFM); pontuação de 45/56 pontos (EEP) no equilíbrio em situações estáticas e dinâmicas; pontuação 6/6/5 (EMF) na mobilidade funcional em diferentes contextos do dia-a-dia.

Relativamente às variáveis angulares de ambos os MIs, quando comparadas a condição BL com o TS verificaram-se ao longo do ciclo de marcha os seguintes resultados:

Articulação da Anca: na fase de apoio concretamente no momento do CI, verificou-se uma redução do padrão de flexão da anca em ambos os MIs, na direção dos valores padrão; ainda nesta fase do CM, observaram-se em ambos os MIs um aumento dos ângulos máximos de extensão, na direção dos valores padrão. Durante a fase oscilante, verificou-se uma redução dos ângulos máximos de flexão em ambos os MIs, sendo que no MIP, assumiu um valor inferior aos valores padrão, enquanto no MINP, se aproximou dos valores padrão.

Articulação do Joelho: na fase de apoio concretamente no momento do CI, verificou-se uma redução do padrão de flexão do joelho em ambos os MIs, mantendo, no entanto, superiores aos valores padrão; ainda nesta fase do CM, observou-se no MIP, uma diminuição do ângulo máximo de extensão no MIP, que se refletiu numa correção da hiperextensão do joelho presente na condição BL, enquanto no MINP demonstrou um aumento do ângulo máximo de extensão do joelho, embora superior aos valores padrão. Durante a fase oscilante, observou-se uma redução dos ângulos máximos de flexão do joelho em ambos os MIs, na direção dos valores padrão.

Articulação da Tibiotársica: na fase de apoio concretamente no momento do CI, verificou-se uma redução da flexão plantar no MIP, presente na condição BL, na direção dos valores padrão e, por sua vez, no MINP, demonstrou um aumento da flexão dorsal, resultando num valor superior aos valores padrão; ainda nesta fase do CM, não se verificou qualquer alteração no ângulo máximo de flexão dorsal no MIP, mantendo um valor similar aos valores padrão, presente na condição BL, enquanto contrariamente o MINP demonstrou um ligeiro aumento do ângulo de flexão dorsal, mantendo-se superior aos valores padrão; por fim, no momento *toe-off*, não se verificou qualquer alteração no ângulo mínimo de flexão dorsal no MIP, sendo que no MINP, se observou um aumento do ângulo de flexão plantar, aproximando-se dos valores padrão. Durante a fase oscilante, verificou-se um ligeiro aumento do ângulo de

flexão dorsal no MIP, enquanto no MINP exibiu um aumento do ângulo de flexão dorsal superior, com um valor superior ao padrão.

Criança 5

Criança do sexo masculino, de 7 anos e 4 meses de idade, com um diagnóstico médico de PC espástica unilateral direita. Nasceu de uma gravidez vigiada às 30 semanas de idade gestacional (RN pré-termo), de um parto distócico (cesariana de urgência) com um peso à nascença de 1.420kg. Esteve nos cuidados intensivos neonatais e realizou ventilação assistida ≥ 24 horas. Iniciou marcha independente aos 2 anos de idade.

Exames complementares de diagnóstico: as imagens da ressonância magnética (RM) aos 12 meses de idade, revelaram alterações subcorticais hemisféricas, compatíveis com sequelas lesionais da substância branca em contexto de prematuridade. Moderada Hiperintensidade peri ventricular difusa que no hemisfério esquerdo acompanha o trajeto das vias longas de substância branca com extensão ao centro semioval e braço da cápsula interna. Coexiste ventriculomegália por dilatação passiva do ventrículo lateral esquerdo, com possível etiologia perinatal.

Histórias cirúrgicas ou farmacológicas: realizou uma aplicação de BTX-A, a nível dos músculos gêmeos direito, realizada 15 meses previamente ao estudo.

Produtos de apoio: utiliza ortótese curta da tibiotársica (AFO), correção do equino à direita.

Problemas associados: sem alterações na audição e na visão, nível II (cognição), comportamento imaturo para a idade, nível I, na epilepsia (ausência).

Medidas antropométricas: Altura: 1.28m; peso BL: 22.40kg; Peso TS: 23.40kg; comprimento MIP: 64.5cm; MINP: 65.5cm; diâmetros joelho MIP: 8.2cm; MINP: 8.2cm; diâmetros TTMIP: 5.5 cm; MINP 5.5cm. Presença de uma dismetria de 1.0cm. Usou a ortótese TS tamanho M. e ténis tamanho 32.

Amplitudes articulares de movimento (ROM): apresenta ligeiras limitações articulares no MIP versus MINP, designadamente nas articulações da anca (extensão: -5/-10°; flexão: 130/140°; abdução: 50/55°; rotação lateral: 30/35°), do joelho (flexão: 145/150°) e da tibiotársica (flexão dorsal: -15/20°; eversão: 5/10°). As restantes ROM do MIP e as ROM do MINP apresentavam-se dentro dos valores padrão.

Espasticidade: apresentou um *score* entre 1 (flexores e adutores da anca e inversores da TT) e 1+ (flexores do joelho e flexores plantares), no MIP.

Perfil funcional: nível I na motricidade motora global (GMFCS), nível II na motricidade bimanual e fina (BFMF e MACS); nível II no desempenho na comunicação (VSS e CFCS); nível I na capacidade de se auto-alimentar (EDACS); nível II na inclusão/educação (EDL).

Função motora global e equilíbrio: pontuação de 96/100 (GMFM); pontuação de 45/56 pontos (EEP) no equilíbrio em situações estáticas e dinâmicas; pontuação 6/6/5 (EMF) na mobilidade funcional em diferentes contextos do dia-a-dia.

Relativamente às variáveis angulares de ambos os MIs, quando comparadas a condição BL com o TS verificaram-se ao longo do ciclo de marcha os seguintes resultados:

Articulação da Anca: na fase de apoio, concretamente no momento do CI, verificou-se no MIP uma redução acentuada do padrão de flexão na direção da extensão, enquanto no MINP, ocorreu na direção dos valores padrão; ainda nesta fase do CM, observou-se um aumento dos ângulos máximos de extensão exibidos em ambos os MIs, na direção dos valores padrão. Durante a fase oscilante, verificou-se uma redução dos ângulos máximos de flexão em ambos os MIs, sendo que no MIP assumiu um valor muito inferior, enquanto no MINP se aproximou dos valores padrão.

Articulação do Joelho: na fase de apoio concretamente no momento do CI, verificou-se uma redução do padrão de flexão no MIP, na direção dos valores padrão, sendo que contrariamente no MINP ocorreu um agravamento do padrão de flexão, presente na condição BL; ainda nesta fase do CM, observou-se um aumento do padrão de flexão do joelho em ambos os MIs, sendo que no MIP manteve um valor de extensão dentro dos valores padrão, enquanto no MINP se traduziu em valores superiores aos esperados nesta fase do CM. Durante a fase oscilante, observou-se uma redução dos ângulos máximos de flexão no MIP, assumindo um valor inferior aos valores padrão, enquanto, no MINP ocorreu um aumento do padrão de flexão do joelho, presente na condição BL, distanciando-se dos valores padrão.

Articulação da Tibiotársica: na fase de apoio concretamente no momento do CI, observou-se uma redução do equino do pé presente na condição BL na direção dos valores padrão e por sua vez, no MINP exibiu um agravamento da flexão dorsal, presente na condição BL; ainda nesta fase do CM, verificou-se em ambos os MIs, um aumento dos ângulos máximos de flexão dorsal, sendo que no MIP se manteve próximo dos valores padrão, e no MINP assumiu um valor superior; por fim, no momento *toe-off*, verificou-se uma ligeira diminuição

da flexão plantar no MIP, presente na condição BL, e em contrapartida, no MINP ocorreu um ligeiro aumento do ângulo de flexão plantar, na direção dos valores padrão. Durante a fase oscilante, não se verificou alteração no ângulo de flexão plantar no MIP, presente na condição BL; sendo que no MINP, demonstrou um aumento do ângulo de flexão dorsal.

Criança 6

Criança do sexo feminino, de 7 anos e 9 meses de idade, com um diagnóstico médico de PC espástica unilateral direita. Nasceu de uma gravidez vigiada às 25 semanas de idade gestacional (RN pré-termo), de um parto eutócico com um peso à nascença de 0.800kg. Esteve nos cuidados intensivos neonatais durante 5 meses e foi submetida a manobras de reanimação e fez ventilação assistida durante 2 meses. Iniciou marcha independente aos 2 anos e 6 meses de idade.

Exames complementares de diagnóstico: as imagens da ressonância magnética (RM) aos 24 meses de idade, revelaram, hemorragia periventricular grau II, leucomalácia e dilatação ventricular, compatível com a prematuridade, com possível etiologia perinatal.

Histórias cirúrgicas ou farmacológicas: realizou quatro aplicações de toxina botulínica, tipo A (BTX-A), a nível dos gêmeos, sendo que a última injeção foi realizada dez meses previamente ao estudo.

Produtos de apoio: utiliza ortótese curta da tibiotársica (AFO), de correção do equino à direita.

Problemas associados: sem alterações na audição, no entanto a nível da visão usa próteses de correção do estrabismo divergente e do estigmatismo hipermetrófico; nível II (cognição), comportamento imaturo para a idade, nível I, na epilepsia (ausência).

Medidas antropométricas: Altura: 1.21cm; peso BL: 18.20kg; Peso TS: 19.10kg; comprimento MIP: 59.5cm; MINP: 62.0cm; diâmetros joelho MIP: 7.5cm; MINP: 7.3cm; diâmetros TTMIP: 4.7; MINP: 4.5cm. Presença de uma dismetria de 2.0cm. Usou a ortótese TS tamanho S e ténis tamanho 29.

Amplitudes articulares de movimento (ROM): apresenta ligeiras limitações articulares no MIP versus MINP, designadamente nas articulações da anca (extensão: -5/-15°; abdução: -35/40°; rotação medial: 55/55; rotação lateral: 40/45), do joelho (extensão: -5/0°; flexão: 130/150°) e da tibiotársica (flexão dorsal: -10/15°; flexão plantar: 30/50; inversão: 35/40°;

eversão 10/15°). As restantes ROM do MIP e as ROM do MINP apresentavam-se dentro dos valores padrão.

Espasticidade: apresentou um *score* entre 1+ (flexores, adutores e rotadores mediais da anca flexores plantares da TT) e 2 (flexores do joelho) no MIP.

Espasticidade: apresentava um *score* entre 1 (flexores e adutores da anca e inversores da TT) e 1+ (rotadores mediais da anca e flexores do joelho e flexores plantares), no MIP.

Perfil funcional: nível II na motricidade motora global (GMFCS), nível III na motricidade bimanual e fina (BFMF e MACS); nível II no desempenho na comunicação (VSS e CFCS); nível II na capacidade de se auto-alimentar (EDACS); nível II na inclusão/educação (EDL).

Função motora global e equilíbrio: pontuação de 94/100 (GMFM); pontuação de 43/56 pontos (EEP) no equilíbrio em situações estáticas e dinâmicas; pontuação 6/5/5 (EMF) na mobilidade funcional em diferentes contextos do dia-a-dia.

Relativamente às variáveis angulares de ambos os MIs, quando comparadas a condição BL com o TS verificaram-se ao longo do ciclo de marcha os seguintes resultados:

Articulação da Anca: na fase de apoio, concretamente no momento do CI, verificou-se uma redução do padrão de flexão da anca em ambos os MIs, na direção dos valores padrão; ainda nesta fase do CM, não se verificou alteração no ângulo máximo de extensão da anca no MIP, mantendo um valor inferior ao esperado nesta subfase do CM, sendo que no MINP exibiu um aumento do ângulo máximo de extensão, na direção dos valores padrão. Durante a fase oscilante, verificou-se uma redução dos ângulos máximos de flexão em ambos os MIs, sendo que no MIP assumiu um valor inferior aos valores padrão, enquanto no MINP, se aproximou dos valores padrão;

Articulação do Joelho: na fase de apoio, concretamente no momento do CI, verificou-se uma redução do padrão de flexão do joelho em ambos os MIs, na direção dos valores padrão, sendo que ainda se revelem superiores; ainda nesta fase do CM, observou-se um ligeiro aumento do ângulo máximo de extensão, no MIP, mantendo-se dentro dos valores padrão, embora no MINP tenha exibido um aumento do padrão de flexão presente na condição BL. Durante a fase oscilante, observou-se em ambos os MIs, uma redução dos ângulos máximos de flexão na direção dos valores padrão;

Articulação da Tibiotársica: na fase de apoio, concretamente no momento do CI, exibiu uma redução da flexão plantar presente na condição BL na direção dos valores padrão e por

sua vez, no MINP, o padrão exagerado de flexão dorsal presente na condição BL, foi substituído por um ângulo de flexão plantar dentro dos valores padrão; ainda nesta fase do CM, verificou-se um aumento do ângulo máximo de flexão dorsal em ambos os MIs, sendo que no MIP se manteve inferior aos valores padrão e, em contrapartida no MINP, assumiu um valor superior; por fim, no momento *toe-off*, verificou-se em ambos os MIs, uma diminuição dos ângulos de flexão plantar presentes na condição BL, sendo que no MIP se aproximou dos valores padrão, enquanto no MINP se manteve inferior. Durante a fase oscilante, observou-se uma diminuição do ângulo de flexão plantar no MIP, presente na condição BL, enquanto no MINP, ocorreu um aumento do ângulo de flexão dorsal.

Criança 7

Criança do sexo masculino, de 9 anos de idade, com um diagnóstico médico de PC espástica unilateral direita. Nasceu de uma gravidez gemelar vigiada, com aborto espontâneo do gêmeo no primeiro trimestre, com episódio de queda da mãe, às 37 semanas de idade gestacional (RN termo), de um parto distócito (cesariana urgência) com um peso à nascença de 2.660kg. Iniciou marcha independente aos 2 anos de idade.

Exames complementares de diagnóstico: as imagens da ressonância magnética (RM) aos 12 meses de idade, revelaram lesão parenquimatosa sequelar envolvendo a região insular esquerda, a corona radiata e focalmente o segmento dorsal do putamen, o braço posterior da capsula interna e o corpo do núcleo caudado. Discreta redução do pedúnculo cerebral esquerdo, secundário a degenerescência da via piramidal. Dilatação passiva do corpo e do átrio do ventrículo lateral esquerdo. Lesão sequelar do hemisfério esquerdo de etiologia vascular e com etiologia pré-natal.

Histórias cirúrgicas ou farmacológicas: realizou quatro aplicações de BTX-A, a nível dos músculos gêmeos direito, realizada 12 meses previamente ao estudo.

Problemas associados: sem alterações na visão e na audição, nível I (cognição), comportamento adequada para a idade, nível I, na epilepsia (ausência).

Medidas antropométricas: Altura: 1.29m; peso BL: 24.20kg; Peso TS: 25.20kg; comprimento MIP: 63.0cm; MINP: 61.0cm; diâmetros joelho MIP: 8.2cm; MINP= 8.2cm; diâmetros TTMIP: 5.5 cm; MINP: 5.5cm. Presença de uma dismetria de 2.0cm. Usou a ortótese TS tamanho M e ténis tamanho 33.

Amplitudes articulares: de movimento (ROM): apresenta ligeiras limitações articulares no MIP versus MINP, designadamente nas articulações da anca (flexão com extensão do

joelho: 125/130°; abdução com extensão do joelho: 30/35°; rotação medial: 35/35°; rotação lateral: 30/40), do joelho (extensão: -5/0°) e da tibiotársica (flexão dorsal: -5/15°; flexão plantar: 35/50°; inversão 30/35°) As restantes ROM do MIP e as ROM do MINP apresentavam-se dentro dos valores padrão.

Espasticidade: apresentou um score entre 1 (inversores da TT), 1+ (flexores do joelho) e 2 (flexores plantares da TT), no MIP.

Perfil funcional: nível I na motricidade motora global (GMFCS), nível II na motricidade bimanual e fina (BFMF e MACS); nível I no desempenho na comunicação (VSS e CFCS); nível I na capacidade de se auto-alimentar (EDACS); nível I na inclusão/educação (EDL).

Função motora global e equilíbrio: pontuação de 98/100 (GMFM); pontuação de 52/56 pontos (EEP) no equilíbrio em situações estáticas e dinâmicas; pontuação 6/6/6 (EMF) na mobilidade funcional em diferentes contextos do dia-a-dia.

Relativamente às variáveis angulares de ambos os MIs, quando comparadas a condição BL com o TS verificaram-se ao longo do ciclo de marcha os seguintes resultados:

Articulação da Anca: na fase de apoio, concretamente no momento do CI, verificou-se uma redução do padrão de flexão da anca em ambos os MIs, sendo que no MIP, se revelou excessiva, na direção da extensão e no MINP, se aproximou dos valores angulares padrão; ainda nesta fase do CM, demonstrou um aumento dos ângulos máximos de extensão em ambos os MIs, na direção dos valores padrão. Durante a fase oscilante, verificou-se uma redução dos ângulos máximos de flexão da anca em ambos os MIs, sendo que tanto no MIP, como no MINP, se traduziu em valores inferiores aos valores padrão.

Articulação do Joelho: na fase de apoio, concretamente no momento do CI, verificou-se um aumento do valor angular de flexão no MIP, mantendo-se dentro dos valores padrão, sendo que no MINP ocorreu um agravamento do padrão de flexão, presente na condição BL; ainda nesta fase do CM, observou-se uma ligeira diminuição do ângulo máximo de extensão no MIP, dentro dos valores padrão, enquanto no MINP, exibiu um agravamento do padrão de flexão. Durante a fase oscilante, observou-se uma redução do ângulo máximo de flexão no MIP, dentro dos valores padrão, sendo que no MINP, ocorreu um ligeiro aumento do padrão de flexão, ainda que, dentro dos valores padrão.

Articulação da Tibiotársica: na fase de apoio, concretamente no momento do CI, demonstrou uma redução do padrão de equino do pé no MIP, presente na condição BL, na direção dos valores padrão e, em contrapartida, no MINP um agravamento do ângulo de flexão

dorsal presente na condição BL; ainda nesta fase do CM, observou-se um aumento ângulos máximos de flexão dorsal em ambos os MIs, sendo que no MIP se aproximou dos valores padrão, enquanto no MINP assumiu um valor superior; por fim, no momento *toe-off* verificou-se no MIP uma diminuição da flexão plantar presente na condição BL, e contrariamente no MINP, ocorreu um ligeiro aumento deste valor na direção dos valores padrão. Durante a fase oscilante, ocorreu uma diminuição da flexão plantar no MIP, enquanto no MINP, demonstrou um aumento do ângulo de flexão dorsal, presente na condição BL.

6.6. Discussão de Resultados

As crianças que constituem a amostra do presente estudo apresentaram um diagnóstico médico de Paralisia Cerebral Espástica Unilateral (PCE-U), que se caracteriza pela presença de um déficit motor e de espasticidade, que afeta os membros superiores (MSs) e os membros inferiores (MIs) do lado contralateral ao hemisfério cerebral lesado (Hagberg et al., 2001; Liptak & Accardo, 2004; Charles and Gordon, 2005).

Na literatura, são escassos os estudos que examinaram quantitativamente alguns aspetos do controlo motor durante a marcha em crianças com o subtipo PC espástica unilateral (Allen, Jenkinson, Stephens, & O'Brien, 2000; Cimolin, Galli, Tenore, Albertini, & Crivellini, 2007; Femery, Moretto, Renaut, Thevrnon, & Linsel, 2002; Olney, MacPhail, Hedden, & Boyce, 1990; Yokochi, Yokochi, & Kodama, 1995).

A maioria dos estudos publicados apresentaram como enfoque uma análise cinemática durante a marcha, apenas do membro inferior parético, concretamente das especificidades relacionadas com os problemas otopédicos e biomecânicos, tais como encurtamento muscular, presença de espasticidade e fraqueza muscular (Gage, 2004; Winters, Gage & Hicks, 1987; Olney et al., 1990; Yokochi, Yokochi & Kodama, 1995; Allen et al., 2000; Femery et al., 2002).

Poucos são os estudos com referência ao MI não parético embora seja referido que as crianças com PCE-U apresentam um potencial risco de desenvolver discrepâncias no comprimento dos membros inferiores (dismetria), responsáveis pela adoção de padrões compensatórios de flexão no MI não parético, em resposta às alterações cinemáticas presentes no MI parético (Allen, Jenkinson, Stephens, & O'Brien, 2000).

Neste âmbito, os objetivos do presente estudo consistiram na análise dos efeitos imediatos da ortótese dinâmica TS nos parâmetros temporais e nas variáveis angulares das articulações (pélvis, anca, joelho e tibiotársica) de ambos os membros inferiores (parético e

não parético), e no plano sagital, ao longo do ciclo de marcha, em sete crianças com PC espástica unilateral, níveis I e II de severidade no GMFCS.

Dada a inexistência de estudos semelhantes que permitam uma análise comparativa com os resultados obtidos deste estudo, optou-se por fundamentar os resultados com base na evidência disponível, primeiro no que concerne às variáveis que caracterizaram a amostra do estudo, com particular referência às limitações estruturais e funcionais neste subtipo de PC, e ao controlo motor de ambos os membros inferiores (parético e não parético) durante a marcha. Por fim, e, sempre que possível, utilizaram-se estudos que investigavam os efeitos do *Suithrapy* e de outras ortóteses dinâmicas (*Theratogs*) nos parâmetros temporais e angulares da marcha em crianças com Paralisia Cerebral.

6.6.1. Parâmetros Espaciais e Temporais

Durante a marcha, os défices de equilíbrio, da propriocepção e do controlo seletivo presentes nas crianças com PCE-U, são responsáveis por limitações na sua capacidade de transferir o peso corporal sobre o MI parético.

Relativamente às variáveis espaço-temporais, na condição *baseline* todas as crianças apresentaram durante a marcha, uma diminuição da duração (% CM) da fase de apoio e do apoio simples no MI parético e um aumento da duração da fase oscilante no MI parético, comparativamente ao MI contralateral. Verificou-se ainda um aumento da duração percentual do duplo apoio, um aumento da cadência da marcha e valores de velocidade similares, comparativamente às crianças com DT (Cimolin et al., 2007).

Estes resultados estão concordantes com os de alguns estudos (e.g. Olney, Griffin, McBride, 1994; Teixeira- Salmela, Goulart, Lima, Lima, Morais, 2005; Zonta, et al., 2010) que referiram que a duração da fase de apoio no MI parético é menor e, por sua vez, a fase oscilante maior, quando comparada com o membro contralateral. Os períodos de duplo apoio tendem a ser mais longos do que o esperado para a idade, e os de apoio unipodal menores, em especial para o MI parético (Kimura, Yaguramaki, Fujita, Ogiue-Ikeda, Nishizawa, & Ueda, 2005). Também os resultados obtidos nas variáveis espaciais e temporais das sete crianças, na condição BL, convergem para os de outros estudos (e.g., Abel & Damiano, 1996; Holt, Fonseca, & LaFiandra, 2000; Jerônimo et al., 2007).

Os resultados obtidos quando comparadas a condição BL com a condição TS, para as sete crianças, não demonstraram diferenças significativas, nas variáveis espaço-temporais analisadas em ambos os membros inferiores (parético e não parético), e os valores de *D*

Cohen, revelaram uma dimensão de efeito pequena para todas as variáveis analisadas. Relativamente ao índice de simetria, o TS também não conduziu a um melhor nível de simetria entre o MIP e o MINP, nas duas condições.

Deste modo, os resultados obtidos permitem-nos inferir, que o uso do TS não se revelou eficaz nas variáveis espaciais e temporais analisadas:

- a duração da fase de apoio (% CM) no MI parético, revelou-se inferior, comparativamente ao MI não parético e às crianças com desenvolvimento típico;
- a duração da fase oscilante (% CM) no MI parético, revelou-se superior, comparativamente ao MI não parético e às crianças com DT (Sikina, Xiao, Chen & Ling, 2012; Cimolin et al., 2007);
- a duração do apoio simples (% CM) no MI parético, revelou-se inferior, comparativamente ao MI não parético e às crianças com DT, revelado pela manutenção da assimetria na transferência de peso entre ambos os MIs, presente na condição BL (Bobath & Bobath, 1989; Styer-Acevedo, (2002), comparativamente às crianças com DT (Kimura, et al., 2005);
- a duração do duplo apoio (% CM) no CM, revelou-se superior, comparativamente às crianças DT (Kimura, et al., 2005; Wang & Wang, 2012);
- a velocidade (m/s) da marcha diminuiu e, por sua vez, a cadência aumentou (Jerónimo et al., 2007; Cimolin et al., 2007).

De acordo com Zonta et al. (2010)., seria de esperar que as crianças que apresentassem um tónus muscular mais próximo do padrão normal, apresentassem uma maior duração percentual do apoio simples no MI parético, do que as crianças com grau de espasticidade mais elevados, contudo, não foi verificada esta relação.

Relativamente às amplitudes articulares, estudos prévios da marcha em crianças com PCE-U, atribuem a diminuição do tempo de apoio no MIP e da velocidade, com as limitações na amplitude articulares da tibiotársica deste membro, o que pode explicar os valores obtidos nestas variáveis espaço-temporais, uma vez que a maioria das crianças apresentou ROM diminuídas nesta articulação distal (Romkes & Brunner, 2007).

Os nossos resultados também diferem de alguns estudos (e.g., Flanagan, Krzak, Peer, et al., 2009; El Kaft & Elshemy, 2014), que salientaram que a ortótese dinâmica *TheraTogs* apresenta efeitos positivos na cinemática da marcha em crianças com PC dipléica, após períodos prolongados (12 semanas) de utilização. Outros estudos (Bailes, Greve & Schimtt, 2010; Ko et al., 2014) revelaram aumentos de velocidade na marcha em crianças com o

subtipo de PCE bilateral (diplegia), níveis III (GMFCS), após terapia intensiva associada ao uso do TS.

Pode-se avançar as seguintes explicações para estas discordâncias de resultados:

- diferenças de amostra, uma vez que a nossa amostra inclui crianças com o subtipo PC unilateral, e não bilateral (diplegia),
- diferenças a nível da metodologia, uma vez que o propósito deste estudo foi analisar os efeitos imediatos do TS isolados de programas de treino intensivo, ao contrário do que foi feito noutros estudos revistos:
- diferenças das ortóteses, uma vez que apesar de ambas serem ortóteses dinâmicas, com alguns objetivos comuns, apresentam diferenças tanto na sua estrutura, como nos seus princípios de aplicação/ação.

Tendo por base que a capacidade da marcha é determinada principalmente por ações que envolvem uma transferência de peso para o MI de apoio, o uso do TS não foi suficiente para provocar alterações na dinâmica da marcha (parâmetros temporais analisados) nas sete crianças com PC espástica unilateral em estudo (Adams & Perry, 1994), uma vez que, por um lado, a duração percentual do apoio simples no MI parético não apresentou diferenças significativas, sendo este um dos indicadores mais sensível de instabilidade na marcha (Sorsdahl, Moenilssen, & Strand, 2008; Sutherland, Olshen, Cooper, & Woo, 1980; Zonta, et al., 2010), por outro lado, o mesmo se verificou na duração percentual do apoio duplo, que se manteve superior, comparativamente às crianças com desenvolvimento típico, indicador da presença de alterações no controlo postural e no equilíbrio (Boonyong, 2010; White, Agouris & Fletcher. 2005; Sybil, 2003 Mayer, 2002). Por último, o uso do TS resultou para a maioria das crianças independentemente da idade, em velocidades inferiores e, cadências superiores, considerada uma estratégia tipicamente usada em crianças entre os 5 e os 6 anos de idade (Cjester et al., 2006).

Adicionalmente, os resultados obtidos na velocidade/cadência da marcha, permite-nos inferir que a maioria das crianças apresentaram como estratégia um aumento da cadência, de forma a possibilitar a progressão (Abel & Damiano, 1996), pelo o TS também não produziu uma maior eficiência da marcha, como seria desejável.

Em suma, quando comparadas a condição BL com a condição com TS, os resultados obtidos nas variáveis espaciais e temporais, sugerem que o uso do TS não se revelou eficaz nos parâmetros de maturação da marcha, tanto no MIP, como no MINP, o que pode ser explicado pelo facto do uso TS ter funcionado como um constrangimento biomecânico que pode exigir

um período de adaptação/aprendizagem, por outro, face a este constrangimento a necessidade de a criança recorrer a novas estratégias motoras, embora não tão eficientes como seria desejável, numa tentativa de encontrarem maior estabilidade e assim, otimizar a marcha (Cimolin et al., 2007).

Outro dos problemas demonstrados pelas crianças com PCE-U relaciona-se com a assimetria postural, responsável pelas diferenças encontradas entre o MIP e o MINP, nas fases de apoio e oscilante, no apoio simples e nas proporções fase de apoio/fase oscilante. Adicionalmente (e.g. Roerdink, Geurts, de Haart & Beek, 2009; Oliveira, Cacho & Borges, 2006) e pelo aumento da duração percentual do duplo apoio no CM, como resultado das dificuldades no controlo postural e no equilíbrio dinâmico (White, Agouris & Fletcher. 2005; Sybil, 2003 Mayer, 2002).

Neste sentido, procedeu-se ao cálculo do índice de simetria, de modo a analisar a influência do TS na assimetria postural demonstrada pelas crianças do nosso estudo. Os resultados revelaram a inexistência de diferenças significativas para as variáveis analisadas, embora os valores de D de Cohen, tenham demonstrado uma magnitude de efeito moderada nas variáveis duração % da fase de apoio e do duplo apoio, o que sugere algum potencial nos efeitos imediatos do TS. Estes resultados concordam com outros estudos (e.g., Flanagan, Krzak, Peer, et al., 2009; Maguire, Sieben, Frank & Romkes, 2009), que defendem que a utilização da ortótese dinâmica *Theratogs*, pode ser efetiva na correção do alinhamento postural, resultando em alterações favoráveis em alguns parâmetros temporais da marcha.

Contudo, os resultados sugerem que o uso do TS não foi eficaz na diminuição das assimetrias presentes entre o MIP e o MINP ($IS < 1$) nas restantes variáveis, designadamente, na fase oscilante, no apoio simples e nas proporções fase de apoio/fase oscilante (Oliveira R, Cacho EWA, Borges, 2006; Roerdink M, Geurts AC, de Haart M, Beek, 2009).

6.6.2. Variáveis Angulares

Os resultados obtidos demonstram que tanto o MI parético, como o MI não parético, exibem alterações cinemáticas da marcha no plano sagital, comparativamente às crianças com desenvolvimento típico, em concordância com outros estudos (Allen et al., 2000; Cimolin et al., 2007). Também como referido na literatura a maioria das crianças deste estudo, apresentaram alterações no padrão de marcha, tanto nas articulações mais proximais do MI (anca e joelho), (Winters, Gage & Hicks, 1987), como nas articulações mais distais (TT) (Romkes & Brunner, 2002).

Uma das razões possíveis para as diferenças observadas nos deslocamentos angulares nas diferentes articulações dos MIs durante a marcha, responsáveis pelos padrões de marcha atípicos exibidos pelas crianças do nosso estudo, nomeadamente, nos ângulos de flexão da anca e do joelho e nos ângulos de flexão plantar da tibiotársica do MIP, (equino do pé) durante a maior parte do ciclo de marcha, podem estar relacionadas com alterações no controlo motor, resultantes dos desequilíbrios musculares (espasticidade *versus* fraqueza muscular) e das limitações articulares, presentes nas sete crianças analisadas (Ounpuu, Bell & Deluca, 1996). Adicionalmente, as alterações cinemáticas durante a marcha observadas no MINP, podem estar relacionadas com a necessidade deste MI recorrer a estratégias compensatórias, de forma a minimizar as limitações funcionais e a dismetria do MIP (Allen et al., 2000, Cimolin et al., 2007).

6.6.2.1. Articulação da Anca

Em concordância com o estudo de Pasparakis, Darras, Intzoglou, Tziomaki (2013), na condição *BL*, a maioria das crianças apresentaram um padrão de flexão da anca exagerado ao longo da maior parte do ciclo de marcha, sendo este mais marcado no MINP, para compensar os défices no controlo motor presentes no MIP, bem como a dismetria dos MIs (MINP mais longo), e deste modo permitir uma melhor estabilidade e progressão durante a marcha.

Os resultados obtidos revelaram diferenças significativas em praticamente todos os ângulos da anca, designadamente no contato inicial em ambos os MIs, durante a fase de apoio no MI parético, durante a fase oscilante em ambos os MIs e, nas ROM ao longo do CM, em ambos os MIs. Os valores de Z, também revelaram magnitudes de efeito grandes para estas variáveis. A única exceção foram os valores angulares mínimos de flexão no MI não parético, em que apesar da inexistência de diferenças significativas, os valores de Z demonstraram uma magnitude de efeito moderada.

Estes resultados estão concordantes com os de Flanagan et al. (2009); El Kafy & El-Shemy (2013), que evidenciaram um aumento significativo do valor de extensão da anca na fase de apoio da marcha, em crianças com PC espástica bilateral (diplegia), com o uso da ortótese dinâmica *Theratogs*, em comparação com a condição de controle (sem ortótese). Também de acordo com estes resultados, o estudo de Ko, Lee, Kang & Jeon (2014) destacou, mudanças notáveis nos deslocamentos angulares da articulação da anca, na fase de apoio e na fase oscilante, designadamente um aumento do valor de extensão da anca na fase terminal de apoio e diminuição da flexão durante a fase oscilante, com o uso do *Suithrapy* (com TS).

Podemos assim inferir que o TS promoveu um maior padrão de extensão da anca no CI em ambos os MIs e durante a fase de apoio no MIP, ao inibir a ação dos músculos flexores da anca, que geralmente se revelam mais fortes que os músculos antagonistas, permitindo um maior recrutamento das unidades motoras dos músculos antagonistas (extensores), uma diminuição da co-contracção dos músculos flexores (espasticidade) e uma melhor graduação da contracção muscular (Zeinab et al., 2013), expressos nos valores obtidos que mostraram uma tendência para se aproximarem dos valores padrão (Cimolin et al., 2007).

6.6.2.2. Articulação do Joelho

Contrariamente ao observado na articulação mais proximal, apenas foram observadas diferenças significativas nos ângulos máximos de flexão do joelho no MIP durante a fase oscilante, e nas ROM do joelho em ambos os MIs, durante o ciclo de marcha, bem como dimensões de efeito grande.

Apesar da inexistência de diferenças significativas para as restantes variáveis, os valores de Z, revelaram magnitudes de efeito grandes para os valores mínimos de flexão no MINP durante a fase de apoio. Porém, o mesmo não foi observado nas restantes variáveis analisadas, que revelaram uma magnitude de efeito pequena.

Os nossos resultados diferem dos encontrados no estudo de Ko, Lee, Kang & Jeon, (2014) que destacaram uma diminuição da hiperextensão do joelho na fase média de apoio, com o uso do *Suithrapy (Adelisuit)* em crianças com PCE bilateral (diplegia), o que sugere que o TS não influenciou positivamente e de forma similar ambos os MIs, ao longo do CM, o que pode ser explicado por diferentes fatores:

- presença uma grande heterogeneidade nos padrões de controlo motor exibidos pelas sete crianças na condição BL, durante a fase de apoio (CI e fase média), que variaram desde ângulos de extensão similares às crianças com DT, ângulos de hiperextensão e ângulos de flexão;
- presença de uma discrepância no comprimento dos MIs (Allen et., 2000), em que o MIP se apresenta menos longo que o MINP, pode ser responsável pelas diferenças encontradas;
- presença de uma discrepância no comprimento dos MIs diferenciada na amostra do estudo e considerada clinicamente significativa ($\geq 1,5\text{cm}$) (Ali et al., 2010), para quatro das crianças (1, 2, 6 e 7).
- diferença entre a população-alvo (PCE-U) deste estudo e a do estudo de Ko et al (2014), que analisou crianças com PCE bilateral.

6.6.2.3. Articulação da Tibiotársica

Os resultados obtidos, sugerem diferenças significativas na maioria das variáveis de ambos os MIs, com exceção dos ângulos no CI e dos ângulos mínimos de flexão dorsal no MINP. Os valores Z, confirmaram magnitudes de efeito grandes para todas as variáveis analisadas no MIP, designadamente, para o valor angular no CI, ângulos máximos de flexão dorsal da TT durante a fase de apoio, ângulos mínimos de flexão dorsal da TT, e nas ROM da TT durante o ciclo de marcha. Relativamente ao MINP, apenas foram encontradas diferenças significativas e dimensões de efeito grandes, nos ângulos máximos e flexão dorsal da TT e nas ROM durante o ciclo de marcha.

Nesta articulação foram notáveis as diferenças no controlo motor do MIP, comparativamente ao MINP observado na condição BL. Com o TS, na articulação da TT do MI parético, observou-se em todas as crianças uma correção do posicionamento do pé no contato ao solo (postura em equino), que se refletiu numa diminuição dos ângulos de flexão plantar da TT no CI, na direção dos valores padrão. (Cimolin et al., 2007). Com exceção da criança 1 que corresponde à única criança submetida a cirurgia ortopédica (15 meses previamente ao estudo), e que exibiu um ângulo de flexão dorsal da TT, superior aos valores padrão., nas restantes crianças também favoreceu o contato do pé ao solo com o calcanhar, como esperado nesta fase do CM.

Contrariamente, no MINP a maioria das crianças exibiu na condição BL, um ângulo de flexão dorsal superior ao esperado no CI, comparativamente às crianças com DT (Cimolin et al., 2007). Com o uso do TS, a maioria das crianças, exacerbou o padrão presente na condição BL, realizando o contato do pé ao solo com ângulos de flexão dorsal exagerados, com exceção da criança 6 que demonstrou uma diminuição do ângulo de flexão dorsal na direção dos valores padrão (Cimolin et al., 2007). Como previamente referido, estas alterações no controlo motor do MINP, podem ser explicadas como estratégias compensatórias utilizadas para colmatar as limitações estruturais e funcionais do MIP, e permitir uma maior estabilidade durante a (Allen et al., 2000, Cimolin et al., 2007).

Relativamente aos ângulos máximos de flexão dorsal, também se observou com o TS um aumento destes valores em todas as crianças, sendo que esta apenas se refletiu favorável no MIP, que se aproximou dos valores padrão (Cimolin et al., 2007), enquanto que no MINP, à semelhança do ocorrido no CI, ocorreu uma exacerbação dos ângulos de flexão dorsal, presentes na condição BL. Por último, nos ângulos mínimos de flexão dorsal do MIP observou-se na maioria das crianças uma correção do equino do pé, sendo que em 3 das crianças (1, 2 e

5) se traduziu em ângulos inferiores, comparativamente às crianças com DT (Cimolin et al., 2007), e excepcionalmente a criança 4 que não demonstrou qualquer alteração, quando comparada à condição BL. Por sua vez no MINP, verificou-se uma diminuição dos ângulos de flexão plantar na maioria das crianças, com exceção das crianças 4 e 7 onde se observou um aumento dos ângulos aproximando-se dos valores padrão (Cimolin et al., 2007).

Os resultados obtidos nas articulações proximais (anca e joelho) também foram observadas a nível da articulação distal a TT, o que contraria os resultados de um estudo realizado por Rennie et al., (2000), em que com o uso do *Theratogs*, as melhorias a nível proximal não se refletiram a nível distal. Possíveis explicações para esta disparidade nos resultados, pode estar relacionada com os seguintes aspetos:

- a) a população-alvo dos estudos revistos é o subtipo PCE bilateral, que apresentam padrões de marcha diferenciados comparativamente à amostra do nosso estudo com o subtipo PCE-U;
- b) as diferenças existentes entre estas duas ortóteses dinâmicas (*Therasuit* e *Theratogs*), designadamente: o *Therasuit* é confeccionado com um tecido resistente, por sua vez, o *Theratogs*, num tecido mais moldável/flexível; a existência da possibilidade de correção da articulação da articulação da tibiotársica oferecida pelo TS, e inexistente no *Theratogs* pode ter reduzido a eficácia desta última, na articulação distal; ambas as ODs possibilitam a estabilidade proximal, mas pode ser insuficiente para melhorar o controlo distal, sem a componente da TT disponível no TS.

6.6.2.4. Considerações Gerais

À semelhança de outras ortóteses dinâmicas, como por exemplo o *Theratogs* (e.g., Siracusa, Taynor & Geletka, 2005; Rojas, Weiss & Elbaum, 2008; Maguire, Sieben, Frank et al., 2010; Fenneman & Ries, 2010), outra possível explicação para os resultados favoráveis verificados nos ângulos dos membros inferiores, durante a maior parte do ciclo de marcha, pode estar relacionada com a colocação criteriosa das bandas elásticas (BE) do TS em todas as crianças, em partes do corpo consideradas estratégicas, designadamente:

- BE colocadas a nível do tronco, concretamente na parte posterior do tronco superior (adutores das escápulas) e na parte anterior (abdominais), contribuíram para uma maior estabilidade do tronco e alinhamento postural (diminuição da lordose lombar e maior

- ativação dos músculos estabilizadores do tronco), permitindo uma estabilidade central mais efetiva e movimentos mais seletivos e coordenados nos membros inferiores;
- BE colocadas a nível do músculo glúteo máximo (bilateralmente), permitiram, uma maior contração concêntrica dos músculos glúteo máximo e dos isquiotibiais, opondo-se à ação flexora da anca no contato Inicial (particularmente do musculo psoas ilíaco), que se refletiu em menores ângulos; maior contração concêntrica dos músculos glúteo máximo e isquiotibiais, permitindo uma maior estabilidade da pélvis durante a fase de apoio e contribuindo para um momento de extensão mais próximo do normal, que se refletiu em ângulos mínimos da anca superiores; e uma contração concêntrica mais graduada dos músculos reto-femoral, iliopsoas e tensor da fáscia lata opondo-se à ação da espasticidade presente nestes músculos, que se refletiu numa diminuição dos ângulos máximos de flexão da anca, durante a fase oscilante;
 - BE que interligam os calções com as joelheiras a nível do músculo quadricípete femoral, com objetivo de permitir um melhor alinhamento interarticular (anca e joelho), uma diminuição da resposta reflexa exagerada resultante da espasticidade nos músculos isquiotibiais (Tuzson, Granata & Abel, 2003) e, um maior recrutamento neuromuscular, que se refletisse num torque externo e contribuísse para aumentar o momento de extensão do joelho. Não se revelaram tão efetivas no valor angular mínimo de flexão do MIP, embora possa ter influenciado favoravelmente o MINP, durante a fase de apoio;
 - BE que interligam as joelheiras com os sapatos permitiram, uma melhor estabilização da TT do MIP, que se refletiu num melhor alinhamento do pé do MIP, favorecendo o posicionamento do pé no contato ao solo no contato inicial, e o recrutamento dos músculos flexores dorsais (tibial anterior e longo extensor dos dedos), e possivelmente, um maior controlo do avanço da tibia sobre o pé, podendo explicar a diminuição do ângulo de flexão plantar do MIP, nesta subfase do CM; por outro lado, a contração excêntrica do tricípito sural na fase média de apoio, pode ter permitido um ganho no angulo máximo de flexão dorsal nesta fase do CM. e, por último, a correção do equino do pé, observado na maioria das crianças na fase oscilante, pode ter influenciado a diminuição da atividade do músculo reto femural, que se refletiu numa redução dos valores máximos de flexão da anca nesta fase do CM (Ramalho, 2003; Patikas, Wolf & Döderlein (2005).

Em concordância com Semenova (1997), o ajustamento criterioso das cordas elásticas do TS, parece ter atuado como uma simulação dos padrões flexores e extensores típicos dos principais grupos musculares, e permitiu o reposicionamento dos membros corrigindo o desalinhamento muscular exibido na condição BL que se refletiu nos ângulos dos diferentes

segmentos dos MIs, com particular destaque no MIP, demonstrados ao longo da maior parte do ciclo de marcha. Assim, o uso do TS, sugere uma normalização do apoio na articulação distal (TT) no CI, com efeitos benéficos em todo o padrão de marcha, designadamente nos segmentos proximais, particularmente na anca onde se verificaram ganhos no valor de extensão exibido na fase de apoio, bem como, a diminuição do equino na fase oscilante refletiu-se numa diminuição do ângulo máximo de flexão da anca e do joelho nesta fase do CM, observado na condição *baseline*.

Em suma, os resultados obtidos nas variáveis angulares de ambos os MIS, sugerem que o TS, promoveu: i) uma correção proprioceptiva dinâmica, reduzindo as sinergias patológicas responsáveis pelas estratégias compensatórias típicas na PCE-U, habitualmente usadas para a manutenção da estabilidade durante a marcha (Kedem & Scher, 2009); ii) sinergias musculares mais funcionais na musculatura anti gravítica, que se refletiu numa normalização do *input* vestibulo-proprioceptivo; iii) por último, novos padrões, face aos constrangimentos biomecânicos inerentes ao uso desta OD, de forma a possibilitar a progressão durante a marcha.

6.6.3. Padrão de marcha versus características da amostra

Dada as particularidades estruturais e funcionais de cada criança com o diagnóstico médico de PCE-U, optou-se por analisar os dados obtidos no exame clínico, tendo por base os estudos revistos.

Como previamente referido no ponto 6.5.3.5, deste Capítulo, as sete crianças analisadas no presente estudo, apresentaram uma dismetria dos MIs, que variou entre um mínimo de 0.5 cm (criança 4) e o máximo de 2.0 cm (crianças 6 e 7), sendo que a maioria apresentou uma dismetria dos MIs ≥ 1.5 cm, considerada clinicamente significativa (Ali et al., 2010). Contrariamente ao estudo de Allen et al (2000), a dismetria não apresentou uma relação direta com o aumento da idade, para todas as crianças. As crianças mais novas (1 e 2), apresentaram uma discrepância entre os MIs superior (1,5 cm), as crianças 3, 4 e 5, com mais idade, uma dismetria de 1cm, 0,5cm e 1cm, respetivamente. Apenas nas crianças 6 e 7 que correspondem às crianças com maior idade da amostra, foi confirmada esta relação dismetria/idade, tendo apresentado um valor máximo de dismetria, igual a 2cm.

Adicionalmente, três das crianças (1, 3 e 6) apresentaram também uma diminuição na largura dos diâmetros do joelho e do tornozelo do MIP, comparativamente ao MI não parético, o que está concordante com alguns estudos que referem distúrbios no crescimento ósseo

(Swaiman & Wu, 2006) e presença de atrofia muscular (Uvebrant, 1988) nos membros afetados

Relativamente ao tónus muscular e às amplitudes articulares do Membro inferior Parético, todas as crianças apresentaram alterações nestas estruturas (Lianza, 2001), sendo que estas apresentaram uma distribuição diferente ao longo do segmento do MIP, observando-se uma relação entre a distribuição da espasticidade/limitações nas ROM (Mancini, Alves, Schaper, Figueiredo, et al. (2004).

Para o tónus muscular e tendo por base a avaliação realizada com a EAM, todas as crianças apresentaram graus de espasticidade ligeiros (scores entre 1 e 1+) nos músculos dos segmentos mais proximais do MI parético, concretamente na anca/coxa (músculos flexores, adutores e rotadores mediais), e no joelho (músculos flexores), (scores entre 1 e 1+, com exceção da criança 6 que apresentou um grau de espasticidade moderado (score 2). Relativamente ao segmento mais distal (tibiotársica/pé), concretamente nos músculos flexores plantares e inversores, a maioria das crianças apresentaram graus de ligeiro a moderado, entre 1+ e 2, com exceção da criança 1 que apresentou grau 0, por ter sido submetida a cirurgia ortopédica de alongamento no MIP, quinze meses previamente ao estudo e à data do exame físico. Também foi observado que as limitações nas amplitudes articulares, presentes em todas as crianças, eram inferiores nas articulações proximais (anca e joelho), comparativamente à articulação mais distal (tibiotársica), como referido no ponto 6.5.3.2, deste capítulo.

Estas alterações podem explicar os resultados obtidos nas variáveis analisadas, o que está concordante com Wollacott & Sumway-Cook (2005); Donker, et al. (2008); Prosser et al. (2010), que salientam em crianças com PCE-U, a presença de alteração do tónus muscular responsável pelo atraso no início do movimento, e alterações no sistema músculo-esquelético, nomeadamente limitações nas ROM das articulações do MI (anca, joelho e tibiotársica), quer devido a contraturas fixas, quer dinâmicas (reponsáveis por encurtamentos adaptativos), responsáveis pelo défice no equilíbrio em situações estáticas e dinâmicas e adoção de padrões de postura e movimento adaptativos, durante a realização de atividades funcionais, como a marcha.

No que concerne ao perfil funcional, no subtipo PCE-U, existe um envolvimento do membro superior (MS) e do membro inferior (MI) contralateral a lado da lesão cerebral (Yokochi, Yokochi & Kodama, 1995), como verificado na amostra do nosso estudo. Relativamente ao membro inferior, a maioria das crianças com PCE-U adquiriram a função da marcha, embora mais tardiamente que as crianças com desenvolvimento típico, mais

concretamente por volta dos 2-3 anos de idade (Gauzi & Fonseca, 2004), concretamente, seis das crianças iniciaram a marcha independente aos 2 anos de idade e apenas uma (criança 6), iniciou marcha aos 2 anos e meio, que corresponde criança com maior compromisso proximal.

Zonta et al. (2010) sugerem a existência de uma relação direta entre a idade de aquisição da marcha e a duração do apoio simples, ou seja, quanto mais cedo a criança adquire a marcha, mais longa é a duração do apoio simples do MI parético. Estes resultados não são confirmados no nosso estudo, não se tendo verificado uma relação entre estas duas variáveis.

A nível da motricidade global, três das crianças (1, 2 e 6) apresentaram nível II no GMFCS (realiza marcha na maior parte dos contextos, podendo ter dificuldade em percorrer longas distâncias) e as restantes quatro, um nível I (sem restrições na marcha dentro e fora de casa, na escola e na comunidade. Contudo as pontuações do GMFM e da EPE, demonstraram que as maiores dificuldades das crianças com PCE-U, estavam relacionadas com o equilíbrio em situações dinâmicas e as dificuldades no apoio unipedal, designadamente a Dimensão E do GMFM, e itens 8, 9, 10 e 13 da EEP. Estes dados corroboram os de Shumway-Cook & Woollacot, (2007), que identificam em crianças com PCE-U, défices de equilíbrio, devido à presença de padrões de resposta diferenciados no controlo do equilíbrio durante a marcha, resultante da lesão no sistema nervoso central e das alterações no sistema músculo-esquelético, e podem ser explicativos dos resultados obtidos neste estudo.

Quanto à funcionalidade do Membro Superior (MACS e BMFM), estas crianças apresentam frequentemente um maior envolvimento nesta extremidade, que se reflete em limitações nas atividades funcionais e restrições na participação social (Armer et al., 2008), também confirmado no nosso estudo, em que quatro das crianças (1, 2, 3 e 6), apresentaram nível de severidade III (uma mão manipula sem restrições a outra não tem capacidade funcional), e as restantes três, nível II (uma mão manipula sem restrições e a outra mão só tem capacidade de segurar). classificados com os sistemas. Estas limitações no MS, traduziram-se em limitações na capacidade de se auto-alimentar, nas crianças 1, 2, 3 e 6, classificadas com nível II (come e bebe com algumas limitações na eficiência).

Apesar de não ter sido objeto do presente estudo, também é referido na literatura que as alterações cinemáticas do MI durante a marcha, podem estar relacionadas com disfunções da biomecânica do membro superior do lado parético (Stephenson, Serres & Lamontagne, 2010).

Conclui-se assim, que apesar dos níveis de funcionalidade elevados, as crianças com PCE-U apresentam geralmente assimetrias notáveis e padrões de movimento atípicos tanto no

MI parético, como no MI não parético, durante a marcha, comparativamente às crianças com desenvolvimento típico (Liu et., al, 1998; Riad, Coleman, Lundh & Brostrom, 2011), o que está concordante com os resultados obtidos nas variáveis analisadas (espaço-temporais e angulares).

6.7. Síntese Final

Os resultados do presente estudo demonstraram que o uso do *Therasuit* durante a marcha, não apresentou efeitos imediatos nas variáveis espaciais e temporais da marcha, embora nas variáveis angulares se tenham verificado na maioria das crianças, efeitos positivos no controlo motor dos segmentos, de ambos os membros inferiores, durante a maior parte do ciclo de marcha, que se traduziu numa redução do padrão de flexão nos segmentos proximais (anca e joelho), e, no segmento mais distal do MIP, onde se observou, por um lado, a substituição do padrão de equino do pé exibido na condição BL, por ângulos de flexão dorsal no Contato Inicial, e por outro, diminuição dos ângulos de flexão plantar, responsáveis por uma conseqüente redução nos ângulos de flexão da anca e do joelho na fase oscilante.

Também salientaram algumas características particulares do *Therasuit*, comparativamente a outras ortóteses dinâmicas, no que se refere ao potencial de correção dos ângulos da articulação distal, e a sua influência nos ângulos dos segmentos mais proximais, tanto na fase de apoio, como na fase oscilante e, por fim, a possibilidade de ser ajustada às necessidades individuais de cada criança, através da seleção das componentes funcionais do movimento que interferem na execução das tarefas motoras e de uma colocação criteriosa das bandas elásticas que interligam estrategicamente as diferentes componentes desta ortótese, atuando em todo o corpo com duplo objetivo, por um lado potenciar/estimular a atividade dos músculos fracos e por outro, inibir a atividade reflexa dos músculos espásticos.

Neste âmbito, a utilização da ortótese dinâmica TS sugere ser uma estratégia promissora na (re)habilitação de crianças com disfunções da marcha, ao permitir: i) ganho de uma maior estabilidade, do tronco e conseqüentemente das extremidades superiores e inferiores, necessárias para um bom desempenho da marcha; ii) aprendizagem de novos programas motores, mais semelhantes aos usados pelas crianças com desenvolvimento típico.

6.7.1. Implicações clínicas

Os resultados deste estudo evidenciaram aspetos relevantes para a prática clínica do fisioterapeuta, designadamente:

- a presença de padrões de controlo motor diferenciados, nos membros inferiores (parético e não parético), comparativamente às crianças com desenvolvimento típico (Cimolin et al., 2007);
- a presença de estratégias motoras compensatórias no MINP, que podem estar relacionadas com uma busca de uma melhor estabilidade e otimização da marcha, no sentido de solucionar as alterações biomecânicas do MIP (Allen, Jenkinson, Stephens & O'Brien, 2000);
- as alterações cinemáticas observadas no MINP sugerem uma relação, quer com as disfunções funcionais, quer com os distúrbios primários do crescimento do MIP, nomeadamente a discrepância no comprimento dos MIs (Allen, Jenkinson, Stephens & O'Brien, 2000);
- a (re)habilitação dos distúrbios da marcha em crianças com PC, inclui-se num dos principais objetivos da intervenção terapêutica, quer pelo seu papel na autonomia e qualidade de vida da criança, quer por constituir o principal objetivo dos pais e das crianças (Bleck, 1990; Beckung, Hagberg, Uldall & Cans, 2008);
- a implementação de inovações terapêuticas, designadamente a inclusão da ortótese dinâmica TS na prática clínica do Fisioterapeuta, com objetivo de contribuir para soluções mais eficientes na melhoria do padrão de marcha em crianças com PCE-U, devem visar uma boa compreensão dos fatores biomecânicos responsáveis pelos padrões de marcha exibidos neste subtipo, tanto no MIP, como no MINP;
- por último, a complexidade inerente à própria ortótese TS, exige prática/experiência por parte do profissional na colocação das bandas elásticas, de forma a permitir, por um lado, a inibição dos padrões compensatórios, por outro, a promoção de novos padrões de marcha, mais eficientes na criança com PCE-U.

Em suma, do ponto de vista clínico, os resultados deste estudo, podem servir para guiar as tomadas de decisão do Fisioterapeuta, no que concerne à seleção das estratégias terapêuticas a utilizar na promoção de padrões da marcha mais funcionais, neste subtipo de PC em particular, pelo que tecemos as seguintes considerações:

- uma prática clínica responsável requer uma avaliação detalhada da marcha, de forma a permitir uma quantificação mais precisa das alterações biomecânicas presentes

tanto no MI parético, como no MI contralateral, a fim de monitorizarem os efeitos dos programas de intervenção utilizados neste subtipo de PC;

- os dados quantitativos, associados às avaliações clínicas da marcha permitem uma identificação mais objetiva, válida e precisa das estratégias motoras utilizadas pelas crianças com PCE-U, durante a execução de tarefas motoras, e a identificação de programas de (re)habilitação mais efetivos dirigidos ao treino da marcha;
- a necessidade de uma prática clínica suportada pela evidência é um fator crucial para a melhoria dos cuidados de saúde prestados às crianças com Paralisia Cerebral;
- a implementação de novas abordagens terapêuticas, concretamente a inclusão da ortótese dinâmica TS na prática clínica dos Fisioterapeutas que atuam na área da neuropediatria, requer a realização de mais estudos que permitam comprovar a sua efetividade na marcha das crianças com PC, particularmente no subtipo Espástico unilateral.

6.7.2. Considerações Metodológicas

O presente estudo apresenta um caráter inovador ao pretender investigar os efeitos imediatos do TS, geralmente utilizado em associação com programas intensivos de intervenção, impossibilitando a compreensão do seu potencial, como ortótese dinâmica. Outro aspeto a salientar prende-se com a homogeneidade da amostra no que concerne ao diagnóstico médico (PCE-U) e ao perfil funcional apresentado pelas crianças.

Contudo, dada a natureza deste estudo, com caráter transversal, destacam-se algumas limitações. O reduzido número de participantes incluídos neste estudo é uma das principais limitações do trabalho. As crianças com PCE-U constituem uma população intrinsecamente heterogénea, especialmente no que diz respeito ao padrão de marcha. Uma pequena dimensão da amostra impede a generalização dos resultados para a população em geral (validade externa), diminuindo o seu impacto relativamente à comprovação dos efeitos imediatos da ortótese TS no padrão de marcha neste subtipo de PC, que constituiu o objetivo principal do presente estudo.

Outra das limitações prendeu-se com o fato da análise das variáveis angulares dos membros inferiores, apenas ter incluído o plano sagital, sendo que as crianças com PCE-U também apresentam alterações nos planos frontal e transversal.

A ausência de estudos que analisem os efeitos das ortóteses dinâmicas em crianças com o subtipo PCE-U, que permitissem fundamentar os resultados deste estudo, também pode ter constituído uma limitação.

Por fim, a inexistência de um período adaptação a esta ortótese dinâmica, pode ter sido responsável por alguns dos resultados menos positivos, embora, a opção de incluir crianças sem contato prévio com o TS, tivesse como principal propósito eliminar o efeito de aprendizagem e possíveis viés.

6.7.3. Considerações Científicas

Estudos comparativos de crianças com PC Espástica Unilateral, são difíceis de realizar, devido ao compromisso cortical, responsável por gerar diferentes padrões de marcha diferenciados, dificultando o desenvolvimento de um sistema classificação da marcha universal (Jerônimo, Silveira, Borges & David., 2007), que facilite a uniformização das amostras dos estudos e a comparação dos resultados inter-estudos.

A escassez de estudos que investiguem as causas das alterações observadas nos padrões de marcha das crianças com PCE-U, é responsável pela grande variedade de intervenções utilizadas nesta condição clínica, ainda que insuficientemente suportadas pela evidência científica, no que concerne à sua eficácia na marcha. Por outro lado, constata-se a inexistência de estudos que investiguem os efeitos imediatos da ortótese dinâmica TS no padrão de marcha de crianças com disfunções funcionais na marcha, concretamente com PC.

Neste âmbito, sugerem-se futuros estudos com amostras mais representativas que investiguem os efeitos imediatos da ortótese dinâmica TS nas variáveis espaciais e temporais e nas variáveis angulares nos três planos (sagital, frontal e transversal) neste subtipo em particular, bem como em outros tipos de PC, designadamente no tipo disquinético, mais concretamente no subtipo coreatetósico. Também seria importante, analisar os efeitos imediatos do TS no controlo postural na postura ortostática, e proceder-se ao cálculo do índice de simetria, de forma a perceber-se o TS revela potencial no alinhamento postural, condição fundamental para a realização de todas as tarefas motoras funcionais. Por último, seria ainda importante a realização de estudos que analisem os efeitos imediatos do TS nos parâmetros cinemáticos da marcha em crianças com PCE-U, que incluam simultaneamente uma avaliação observacional da marcha, com a eletromiografia, possibilitando a identificação das alterações nos padrões de movimento e no comportamento neuromuscular, na condição *baseline*, de modo a permitir uma maior precisão na colocação das cordas elásticas do TS.

6.8. Referências

- Abel, M. F., Damiano, D. L. (1996). Strategies for increasing walking speed in diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*, 16(6), 753-8.
- Allen, P. E., Jenkinson, A., Stephens, M. M., & O'Brien, T. (2000). Abnormalities in the uninvolved lower limb in children with spastic hemiplegia: the effect of actual and functional leg-length discrepancy. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Pediatr Orthop*, 20(1), 88-92.
- Andrada, G., Andrada, M., Folha, T., Virella, D. (2007). On behalf of the Research Team of National Surveillance of Cerebral Palsy in Portugal. Validation of Assessment Scales for Communication and Oro-Motor Control of Children with Cerebral Palsy. Proceedings of the 50th Annual Meeting of the European Society for Paediatric Research-
- Andrada, M.G., Calado, E., Gouveia, R., Virella, D. & Folha, T. (2009). Programa de Vigilância da Paralisia Cerebral aos 5 anos de idade. Federação das Associações Portuguesas de Paralisia Cerebral.
- Andriacchi, T. P., Johnson, T. S., Hurwitz, D. E., Natarajan, R. N. (2005). Musculoskeletal Dynamics, Locomotion, and Clinical Applications. In: Basic Orthopaedic Biomechanics (3rd ed), Mow, Van C.; Huiskes, Rik (eds), Lippincott Williams & Wilkins; Philadelphia, PA; 2005.
- Araújo, P. A., Kirkwood, R. N., Figueiredo, E. M. (2009). Validade e confiabilidade intra e interexaminadores da Escala Observacional da Marcha para crianças com paralisia cerebral espástica. *Rev Bras Fisioter*, 13(3), 267-73.
- Assaiante, C., Woollacott, M., Amblard, B. (2000). Development of postural adjustments during gait initiation: kinematic and EMG analysis. *J Mot Behav*, 32(3), 211-26.
- Bailes, A. F., Greve, K., Burch, C. K., Reder, R., Lin L., Huth, M. M. (2011). The effect of suit wear during an intensive therapy program in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*, 23(2), 136-42.
- Bar-Haim S., Harries, N., Belokopytov, M., Frank, A., Copeliovitch, L., Kaplanski, J, Lahat E.(2006). Comparison of efficacy of Adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 48(5), 325-30.
- Bar-Haim S., Harries, N., Belokopytov, M., Frank, A., Copeliovitch, L., Kaplanski, J, Lahat E.(2006). Comparison of efficacy of Adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 48(5), 325-30.
- Bailes, A. F., Greve, K., Burch, C. K., Reder, R., Lin L., Huth, M. M. (2011). The effect of suit wear during an intensive therapy program in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*, 23(2), 136-42.
- Barnes, M. P., Johnson- G. R. (2008). Upper Motor Neurone Syndrome and Spasticity: Clinical Management and Neurophysiology. 2nd ed. Cambridge University Press.
- Beckers, L. W., Bastiaenen, C. H. (2015). Application of the Gross Motor Function Measure-66 (GMFM-66) in Dutch clinical practice: a survey study. *BMC Pediatr*, 15(1), 1-10.
- Beckung, E., Hagberg, G. (2002). Neuroimpairments activity limitations and participation restrictions in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 44(5),309-16.
- Beckung, E., Hagberg, G., Uldall, P., Cans, C. (2008). Probability of walking in children with cerebral palsy in Europe. *Pediatrics*, 121, 187-92.

- Berben, L., Sereika, S. M., Engberg, S. (2012). Effect size estimation: methods and examples. *Int J Nurs Stud*, 49(8), 1039-47.
- Bleck, E. E. (1990). Management of the lower extremities in children who have cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 72(1), 140-4.
- Boyd, R. N., Pliatsios, V., Starr, R., Wolfe, R., Graham, H. K. (2000). Biomechanical transformation of the gastric-soleus muscle with botulinium toxin A in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 42(1),32-41.
- Bohannon, R. W., Smith, M. B. (1987). Inter-Reliability of modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity *Phys Ther*, 67(2), 206-7.
- Boyd, R. N., Morris, M. E., & Graham, H. K. (2001). Management of upper limb dysfunction in children with cerebral palsy: a systematic review. [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *Eur J Neurol*, 8 Suppl 5, 150-66.
- Boyd, R. N., Pliatsios, V., Starr, R., Wolfe, R., Graham, H. K. (2000). Biomechanical transformation of the gastric-soleus muscle with botulinium toxin A in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 42(1),32-41.
- Buckon, C. E., Thomas, S. S., Jakobson-Huston, S., Sussman, M., & Aiona, M. (2001). Comparison of three ankle-foot orthosis configurations for children with spastic hemiplegia. [Clinical Trial Comparative Study Randomized Controlled Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Dev Med Child Neurol*, 43(6), 371-378.
- Calota, A., Feldman, A. G., Levin, M. F. (2008). Spasticity measurement based on tonic stretch reflex threshold in stroke using a portable device. *Clin Neurophysiol*, 119(10), 2329-37.
- Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Dev Med Child Neurol*, 42(12), 816-824.
- Cans, C., Dolk, H., Platt, M. J., Colver, A., Prasauskiene, A., Krägeloh-Mann, I. (2007). Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy: definition and classification of CP. *Dev Med Child Neurol*, 49 (109), 35-38.
- Cappozzo, A., Croce, D., Leardini, A., Chiari, L. (2005). Human movement analysis using stereophotogrammetry. Part 1: theoretical background. *Gait and Posture*, 21. 186-196.
- Cherng, R. J., Liu, C. F., Lau, T. W., Hong, R. B. (2007). Effects of treadmill training with body weight support on gait and gross motor function in children with spastic cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil*, 86(7), 548-55.
- Chester, V., L, Tingley, M., Biden, E. N. (2006). A comparison of kinetic gait parameters for 3-13-year olds. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 21(7), 726-32.
- Cimolin, V., Galli, M., Tenore, N., Albertini, G., & Crivellini, M. (2007). Gait strategy of uninvolved limb in children with spastic hemiplegia. *Eura Medicophys*, 43(3), 303-310.
- Cioni, G., Sales, B., Paolicelli, P. B., Petacchi, E., Scusa, M. F., Canapicchi, R.. (1999). MRI and clinical characteristics of children with hemiplegic Cerebral Palsy. *Neuropediatrics*. Oct, 30(5), 249-55.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.

- Completo, A., Fonseca, T. (2011). Fundamentos de Biomecânica Músculo-Esquelética e Ortopédica, Publindústria.
- Conboy, J. (2003) - Algumas medidas típicas univariadas da magnitude do efeito. Análise Psicológica. Série 21, 2, 145-58.
- Cohen, J. (1988) - Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2ª ed. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Conboy, J. (2003) - Algumas medidas típicas univariadas da magnitude do efeito. Análise Psicológica, 21(2), 145-58.
- Crenna, P., Frigo, C. (1991). A motor programme for initiation of forward oriented movements in humans. J Physiol, 437, 635-53.
- Cristopoçiski, F., Sarraj, T. A., Dezan, V. H., Provensi, C. L., Rodacki, A. L. (2008). Transient effect of flexibility exercises in the hip joint on the gait of older women. Rev Bras Med Esporte; 14(2), 139-44.
- Cunha, L. A. M., Pauleto, A. C, Oliva Filho, A. L., Moura, M. F. A., Penkal, M. L. (1996). Influência do posicionamento osteoarticular e dos possíveis erros técnicos nos valores obtidos em escanometrias. Rev Bras Ortop, 31, 240-6.
- Desailly, E., Daniel ,Y., Sardain, P., Lacouture, P. (2009), Foot contact event detection using kinematic data in cerebral palsy children and normal adults gait. Gait Posture, 29(1), 76-80.
- Durlak, J. A. (2009). How to select, calculate, and interpret effect sizes. J Pediatr Psychol, 34(9), 917-28
- Eek, M. N., Beckung, E. (2008). Walking ability is related to muscle strength in children with cerebral palsy. Gait Posture, 28(3),366-71.
- Eliasson, A. C., Krumlinde-Sundholm, L., Rösblad, B., Beckung, E., Arner, M., Öhrvall, A. M., Rosenbaum, P. (2006). The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. Dev Med Child Neurol, 48(7), 549-54.
- Fenneman, P., Ries, J. D., Frank, M., Romkes, J. (2010). *Effects of TheraTogs on the postural stability and motor control of a 7-year-old girl with down syndrome and severe motor delays*. Poster presented at APTA Combined Sections meeting, February 2010.
- Ferdjallah, M., Harris, G. F., Smith, P., Wertsch, J. J. (2002). Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. Clin Biomech (Bristol, Avon), 17(3), 203-10.
- Franjoine, M. R., Gunther, J. S., Taylor, M. J. (2003). Pediatric Balance Scale: A Modified Version of the Berg Balance Scale for the School-Age Child with Mild to Moderate Motor Impairment. Pediatr Phys Ther, 15(2), 114-28.
- Franjoine, M. R., Gunther, J. S., Taylor, M. J. (2003). Pediatric balance scale: a modified version of the berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. Pediatr Phys Ther, 15(2), 114-28.
- Fritz, C. O, Morris, P. E, Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. Journal of Experimental Psychology: General; 141(1): 2-18.

- Gallahue, D. L., Ozmun, J. C. (2001). *Compreendendo o desenvolvimento motor: Bebês, crianças, adolescentes e adultos* (M. Araújo, Trans.). São Paulo: Phorte Editora.
- Galli, M., Cimolin, V., Rigoldi, C., Tenore, N., Albertini, G. (2010). Gait patterns in hemiplegic children with Cerebral Palsy: comparison of right and left hemiplegia. *Res Dev Disabil*, 31(6), 1340-5.
- Graham, H. K., Harvey, A., Rodda, J., Nattrass, G. R., Pirpiris, M. (2004) The Functional Mobility Scale (FMS). *J Pediatr Orthop*, 24, 514–520
- Guissard, N., Duchateau, J. (2006). Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev*, 34(4), 154-8.
- Hamill, J. (1996). Evaluating sport shoes using ground reaction force data. 14o International Symposium on Biomechanics in Sports. 1996; Madeira, PT. Madeira, 111-9.
- Harvey, A. R., Morris, M. E., Graham, H. K., Wolfe, R., Baker, R. (2010). Reliability of the functional mobility scale for children with cerebral palsy. *Phys Occup Ther Pediatr*, 30(2), 139-49
- Herrero, P., Carrera, P., García, E., Gómez-Trullén, E. M., Oliván-Blázquez, B. (2011). Reliability of goniometric measurements in children with cerebral palsy: A comparative analysis of universal goniometer and electronic inclinometer. A pilot study. *BMC Musculoskelet Disord*, 12: 155.
- Hidecker, M. J. C., Paneth, N., Rosenbaum, P. L., Kent, R. D., Lillie, J. et al. (2011). Developing and Validating the Communication Function Classification System for Individuals with Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol*, 53(8), 704-10
- Himmelman, K., Hagberg, G., Beckung, E., Hagberg, B., Uvebrant, P. (2005). The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. IX. Prevalence and origin in the birth year period 1995–1998. *Acta Paediatr*, 94(3), 287–94.
- Hiraoka, K., Abe, K. (2007). Cortical and spinal control of ankle joint muscles before and during gait initiation. *Somatosens Mot Res*, 24(3), 127-33.
- Ho, C. L., Holt, K. G., Saltzman, E., Wagenaar, R. C. (2006). Functional electrical stimulation changes dynamic resources in children with spastic cerebral palsy. *Phys Ther*, 86, 987-1000.
- Hollander, K., Riebe, D., Campe, S., Braumann, K. M., & Zech, A. (2014). Effects of footwear on treadmill running biomechanics in preadolescent children. [Randomized Controlled Trial]. *Gait Posture*, 40(3), 381-385
- Hreljac, A., Marshall, R. N. (2000). Algorithms to determine event timing during normal walking using kinematic data. *J Biomech*, 33(6), 783-6.
- Hsue, B. J., Miller, F., Su, F. C. (2008). The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait. Part I: Spatial relationship between COM and COP trajectories. *Gait Posture*, 29(3), 465-470.
- Hidecker, M. J., Paneth, N., Rosenbaum, P. L., Kent, R. D., Lillie, J., Eulenberg, J. B., Chester, K.Jr, Johnson, B., Michalsen, L., Evatt, M., Taylor, K. (2011). Developing and validating the communication function classification system for individuals with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 3(8),704-10
- Hidecker, M. J., Ho, N. T., Dodge, N., Hurvitz, E. A., Slaughter, J., Workinger, M. S., Kent, R. D., Rosenbaum, P., Lenski, M., Messaros, B. M., Vanderbeek, S. B., Deroos, S., Paneth,

- N. (2012). Inter-relationships of functional status in cerebral palsy: Analyzing gross motor function, manual ability, and communication function classification systems in children. *Dev Med Child Neurol*, 54(8), 737-42
- Himmelman, K., Hagberg, G., Beckung, E., Hagberg, B., Uvebrant, P. (2005). The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. IX. Prevalence and origin in the birth year period 1995–1998. *Acta Paediatr*, 94(3), 287–94.
- Hollander, K., Riebe, D., Campe, S., Braumann, K. M., & Zech, A. (2014). Effects of footwear on treadmill running biomechanics in preadolescent children. [Randomized Controlled Trial]. *Gait Posture*, 40(3), 381-385. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.05.006.
- Holt, K. G., Fonseca, S. T., & LaFiandra, M. E. (2000). The dynamics of gait in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: Theoretical and clinical implication. *Human Movement Science*, 19(3), 375-405.
- Hsue, B. J., Miller, F., Su, F. C. (2008). The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait. Part I: Spatial relationship between COM and COP trajectories. *Gait Posture*, 29(3), 465-470.
- Jacobson, N. S., Truax, P. (1991). Clinical significance: a statistical approach to defining meaningful change in psychotherapy research. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 59(1), 12-9.
- Jamshidi, N., Rostami, M., Najarian, S., Menhaj, M. B., Saadatnia, M., Salami, F. (2010). Differences in center of pressure trajectory between normal and stepgait. *J Res Med Sci*, 15(1), 33-40.
- Jerônimo, B. P., Silveira, J. A., Borges, M. B. S., David, A. (2007). Spatiotemporal gait variables of children with cerebral palsy undergoing electrostimulation in the anterior tibial muscle. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(4), 261-66, July 2007.
- Jones, M. W., Morgan, E., Shelton, J. E., Thorogood, C. (2007). Cerebral palsy: introduction and diagnosis (part I). *J Pediatr Health Care*, 21(3), 146-52.
- Kirk, R. E. (1996). Practical significance: A concept whose time has come. *Educational and Psychological Measurement*, 56(5), 746-59.
- Kirtley, C., Whittle, M. W., Jefferson, R. J. (1985). Influence of walking speed on gait parameters. *J Biomed Eng*, 7(4), 282-8.
- Ko MS, Lee JA, Kang SY, Jeon HS. (2014). Effect of Adeli suit treatment on gait in a child with cerebral palsy: A single-subject report. *Physiother Theory Pract*. 2015 May;31(4):275-82
- Koscielny, R. (2004). Strength training and cerebral palsy. *Cerebral Palsy Magazine*, 2, 12-14.
- Kulak, W., & Sobaniec, W. (2004). Comparisons of right and left hemiparetic cerebral palsy. [Comparative Study]. *Pediatr Neurol*, 31(2), 101-108.
- Lampe, R., Grassl, S., Mitternacht, J., Gerdesmeyer, L, Grading, R. (2006). MRT-measurements of muscle volumes of the lower extremities of youths with spastic hemiplegia caused by cerebral palsy. *Brain Dev*, 28(8), 500-6.
- Lauziere, S, Betschart M, Aissaoui R, Nadeau S (2014) Understanding Spatial and Temporal Gait Asymmetries in Individuals Post Stroke. *Int J Phys Med Rehabil*, 2, 201.

- Le Cavorzin, P., Hernot, X., Bartier, O., Carrault, G., Chagneau, F., Gallien, P., Allain, H., Rochcongar, P. (2002). Évaluation de la mesure de la spasticité par le pendulum test Evaluation of pendulum testing of spasticity. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 45(9), 510-6.
- Malaiya, R., McNee, A. E., Fry, N. R., Eve, L. C., Gough, M., & Shortland, A. P. (2007). The morphology of the medial gastrocnemius in typically developing children and children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *J Electromyogr Kinesiol*, 17(6), 657-63.
- Maguire, C., Sieben, J., Frank, M., et al. (2010). Hip abductor control in walking following stroke -the effect of canes, taping and TheraTogs on recovery of muscle activity. *Clin Rehabil*, 24, 37-45.
- Malouin, F., Richards, C. L. (2000). Preparatory adjustments during gait initiation in 4-6-year-old children. *Gait Posture*, 11(3), 239-53.
- Mancine, M., Horak, F. B. (2010). The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med*, 46(2), 239-48.
- Mancini, M. C., Alves, A. C. M., Schaper, C., Figueiredo, E. M., et al. (2004). Gravidade da PC e desempenho funcional. *Rev Bras Fisioter*, 8(3), 253-60.
- Mayerson, N. H., Milano, R. A. (1984). Goniometric measurement reliability in physical medicine. *Arch Phys Med Rehabil*, 65(2), 92-4.
- Maroco, J. (2003). Análise estatística com utilização do SPSS. Lisboa: Edições Sílabo.
- McDowell, B. C., Kerr, C., Parkes, J. (2007). Interobserver agreement of the Gross Motor Function Classification System in an ambulant population of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 49(7), 528-33.
- Martins, E., Cordovil, R., Oliveira, R., Letras, S., Lourenco, S., Pereira, I., . . . Marques, M. (2016). Efficacy of suit therapy on functioning in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. [Meta-Analysis Review]. *Dev Med Child Neurol*, 58(4), 348-60.
- McDowell, B. C. , Kerr, C., Kelly, C., Salazar, J., Cosgrove, A. (2008). The validity of an existing gait classification system when applied to a representative population of children with hemiplegia. *Gait Posture*, 28(3),442-7.
- Melanda, A. G., Kawamura, C. K., Freitas, C. D., Lucareli, P. R. G., Pinheiro, P. O. (2007). Laboratório de Marcha. In: BORGES, D.; MOURA, E. W. de; LIMA, E.; CAMPOS E SILVA, P. do A. (Coord.) *Fisioterapia: aspectos clínicos e práticos da reabilitação*. São Paulo: Artes Médicas, 615-40.
- Medical Research Council. (2000). A framework for development and evaluation of RCTs for complex intervention to improve health. London: Medical Research Council.
- Moraes, J. C. T. (2000). Instrumentação para análise da biodinâmica do movimento humano. In: AMADIO, A. C.; BARBANTI, V. I. *A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares*. São Paulo: Editora Estação da Liberdade, Escola de Educação Física da USP, Capítulo 1, 15-44.
- Morris, C., Bartlett, D. (2004). Gross Motor Function Classification System: impact and utility. *Dev Med Child Neurol*, 46(1),60-5.

- Mudge, A. J., Bau, K. V., Purcell, L. N., Wu, J. C., Axt, M. W., Selber, P., Burns, J. (2014). Normative reference values for lower limb joint range, bone torsion, and alignment in children aged 4-16 years. *J Pediatr Orthop B*, 23(1), 15-25.
- Mutlu, A., Livanelioglu, A., Gunel, M. K. (2008). Reliability of Ashworth and Modified Ashworth scales in children with spastic cerebral palsy. *BMC Musculoskelet Disord*, 9, 44.
- Mutlu, A., Livanelioglu, A., Gunel, M. K. (2007). Reliability of goniometric measurements in children with spastic cerebral palsy. *Med Sci Monit*, 13, 323-29
- Nielsen, J. B., Crone, C., Hultborn, H. (2007). The spinal pathophysiology of spasticity - from a basic science point of view. *Acta Physiol (Oxf)*, 189(2), 171-80.
- Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., Stumbles, E., Wilson, S.A., Goldsmith, S. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol*, 55, 885-910.
- Novacheck, T. F., & Gage, J. R. (2007). Orthopedic management of spasticity in cerebral palsy [Review]. *Childs Nerv Syst*, 23(9), 1015-1031.
- Odding, E., Roebroek, M. E., Stam, H. J. (2006). The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. *Disabil Rehabil*, 28, 28(4), 183-91. doi:10.1080/09638280500158422
- O'Connor, C. M., Thorpe, S. K., O'Malley, M. J., Vaughan, C. L (2007). Automatic detection of gait events using kinematic data. *Gait Posture*, 25(3), 469-74.
- Oliveira, R., Cacho, E. W. A., Borges, G. (2006). Post-stroke motor and functional evaluations: a clinical correlation using Fugl-Meyer assessment scale, Berg balance scale and Barthel index. *Arq. Neuro-Psiquiatr*, 64, 731-5.
- Olney, S. J., MacPhail, H. E., Hedden, D. M., & Boyce, W. F. (1990). Work and power in hemiplegic cerebral palsy gait. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Phys Ther*, 70(7), 431-438.
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. [Research Support, Non-U.S. Gov't Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.]. *Dev Med Child Neurol*, 39(4), 214-223.
- Pennington, L., Virella, D., Mjølén, T., da Graça Andrada, M., Murray, J., Colver, A., Himmelmann, K., Rackauskaite, G., Greitane, A., Prasauskiene, A., Andersen, G., de la Cruz, J. (2013). Development of The Viking Speech Scale to classify the speech of children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*, 34(10), 3202-10.
- Phillips, J. P., Sullivan, K. J., Burtner, P. A., Caprihan, A., Provost, B., Bernitsky-Beddingfield, A. (2007). Ankle dorsiflexion fMRI in children with cerebral palsy undergoing intensive body-weight-supported treadmill training: a pilot study. *Dev Med Child Neurol*, 49(1), 39-44.
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 39(4), 214-23.
- Patikas, D., Wolf, S. I., Döderlein, L. (2005). Electromyographic evaluation of the sound and involved side during gait of spastic hemiplegic children with cerebral palsy. *European Journal of Neurology*, 12(9), 691-9.

- Payton, C. J., Bartlett, R. M. (2008). *Biomechanical Evaluation of Movement in Sport and Exercise: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide*. Cap 2,3,4. Routledge, Taylor & Francis. London and New York.
- Pennington, L., Virella, D., Mjøen, T., da Graça Andrada, M., Murray, J, et al. (2013). Development of The Viking Speech Scale to classify the speech of children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*, 34(10), 3202-10.
- Phillips, J. P., Sullivan, K. J., Burtner, P. A., Caprihan, A., Provost, B., Bernitsky-Beddingfield, A. (2007). Ankle dorsiflexion fMRI in children with cerebral palsy undergoing intensive body-weight-supported treadmill training: a pilot study. *Dev Med Child Neurol*, 49(1),39-44.
- Pirpiris, M., Wilkinson, A. J., Rodda, J., Nguyen, T. C., Baker, R. J., Natrass, G. R., Graham, H. K. (2003). Walking speed in children and young adults with neuromuscular disease: comparison between two assessment methods. *J Pediatr Orthop*, 23(3), 302-7.
- Prosser, L. A., Lauer, R. T., VanSant, A. F., Barbe, M. F., Lee, S. C. (2010). Variability and symmetry of gait in early walkers with and without bilateral cerebral palsy. *Gait Posture*, 31(4), 522-6.
- Provost, B., Dieruf, K., Burtner, P. A., Phillips, J. P., Bernitsky-Beddingfield, A., Sullivan, K. J., Bowen, C. A., Toser, L. (2007). Endurance and gait in children with cerebral palsy after intensive body weight-supported treadmill training. *Pediatr Phys Ther*, 19(1), 2-10.
- Riad, J., Finnbogason, T., & Brostrom, E. (2010). Leg length discrepancy in spastic hemiplegic cerebral palsy: a magnetic resonance imaging study. *J Pediatr Orthop*, 30(8), 846-850.
- Ridgewell, E., Dobson, F., Bach, T., Baker, R. (2010), A systematic review to determine best practice reporting guidelines for AFO interventions in studies involving children with cerebral palsy. *Prosthet. Orthot. Int*, 34(2), 129-45.
- Romkes, J., Brunner, R. (2007). An electromyographic analysis of obligatory (hemiplegic cerebral palsy) and voluntary (normal) unilateral toe-walking. *Gait Posture*, 26(4),577-86.
- Robinson, M. N., Peake, L. J., Ditchfield, M. R., Reid, S. M., Lanigan, A., Reddihough, D. S. (2009). Magnetic resonance imaging findings in a population-based cohort of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 51(1), 39-45.
- Rodda, J. M., Graham, H. K., Carson, L., Galea, M. P., Wolfe, R. (2004). Sagittal gait patterns in spastic diplegia. *J Bone Joint Surg Br*, 86(2),251-8.
- Roerdink, M., Geurts, A. C., de Haart, M., Beek, P. J. (2009). On the relative contribution of the paretic leg to the control of posture after stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 23, 267-74. 16.
- Rojas, A., Weiss, M., Elbaum, L. (2008). *The effect of TheraTogs on the gait of a child with cerebral palsy: A case study*. Florida International University Department of Physical Therapy, Miami FL. Poster presented at FIU Honors College Annual Research Conference.
- Romkes, J., Brunner, R. (2007). An electromyographic analysis of obligatory (hemiplegic cerebral palsy) and voluntary (normal) unilateral toe-walking. *Gait Posture*, 26(4), 577-86.

- Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., Dan, B., Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 49(109),8-14.
- Rotta, N. T. (2002). Cerebral palsy, new therapeutic possibilities *J Pediatr (Rio J)*, 78 Suppl 1, S48-54.
- Russell, D. J., Avery, L. M., Rosenbaum, P. L., Raina, P. S., Walter, S. D., Palisano, R. J. (2000). Improved scaling of the gross motor function measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity. *Phys Ther*, 80(9), 873-85.
- Sellers, D., Mandy, A., Pennington, L., Hankins, M., Morris, C. (2014). Development and reliability of a system to classify the eating and drinking ability of people with cerebral palsy, *Dev Med Child Neurol*, 56(3),245-51
- Selya, A. S., Rose, J. S, Dierker, L. C., Hedeker, D., Mermelstein, R. J. (2012). A practical guide to calculation Cohen's f^2 , a measure of local effect size, from PROC MIXED. *Front Psychol*, 3, 111
- Semenova, K.A. (1997). Basis for a method of dynamic proprioceptive correction in the restorative treatment of patients with residual-stage infantile cerebral palsy. *Neurosci Behav Physiol*, 27, 639-43.
- Shapiro, B. K., Green, P., Krick, J., Allen, D., Capute, A. J. (1986). Growth of severely impaired children: neurological versus nutritional factors. *Dev Med Child Neurol*, 28(6), 729-33. doi: 10.1111/j.1469-8749.1986.tb03924.x
- Shimony, J. S., Lawrence, R., Neil, J. J., Inder, T. E. (2008). Imaging for diagnosis and treatment of cerebral palsy. *Clin Obstet Gynecol*, 51, 787-99.
- Siracusa, C., Taynor, M., Geletka, B., et al. (2005). Effectiveness of a biomechanical intervention in children with spastic diplegia. *Pediatric Phys Therapy*, 17, 83-4.
- Stevenson, R. D., Roberts, C. D., Vogtle, L. (1995). The effects of non-nutritional factors on growth in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 37(2),124-30.
- Stephenson, J. L, Serres, S. J., Lamontagne, A. (2010). The effect of arm movements on the lower limb during gait after a stroke. *Gait Posture*, 2010, 31(1),109-15.
- Sutherland, D. H., Olshen, R. A., Biden, E., & Wyatt, M. P. (1988). *The development of mature walking*. Oxford: Mac Keith Press.
- Swaiman, K. F., Wu, Y. (2006). Cerebral palsy. In: Swaiman KF, Ashwal S, Ferriero DM, editors. *Pediatric neurology: principles & practice*, volume 2. Philadelphia: Mosby Elsevier, 491-504.
- Wolf, S., Simon, J., Patikas, D., Schuster, W., Armbrust, P., & Doderlein, L. (2008). Foot motion in children shoes: a comparison of barefoot walking with shod walking in conventional and flexible shoes. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Gait Posture*, 27(1), 51-59. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.01.005.
- Tomczak, M., Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, 21 (1).

- Tuzson, E., Granata, K. P., Abel, M. F. (2003). Spastic velocity threshold constrains functional performance in cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* vol 84, 2003, pp1363–1368.
- Uvebrant, P. (1988). Hemiplegic cerebral palsy. Aetiology and outcome. *Acta Paediatr Scand Suppl*, 345:1-100.
- Wingert, J. R., Sinclair, R. J., Dixit, S., Damiano, D. L., Burton, H. (2010). Somatosensory-evoked cortical activity in spastic diplegic cerebral palsy. *Hum Brain Mapp*, 31(11),1772-85.
- Winters, T. F Jr, Gage, J. R., Hicks, R. (1987). Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. *J Bone Joint Surgery*, 69(3), 437-41.
- Shumway-Cook, A., Woollacot, M. H. (2007). *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. 3rd. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins
- Zeinab A. Hussein, Manal S. Abd El-Wahab, and Shorouk A. W., El-Shennawy. (2013). Kinematic Gait Analysis of Upper and Lower Limbs Joints in Hemiplegic Children. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 7(1). 2013

CAPÍTULO VII. CONCLUSÃO GERAL

Várias foram as premissas que constituíram o ponto de partida do presente estudo, designadamente:

1. A grande importância de os fisioterapeutas que trabalham na área da neuropediatria, designadamente com crianças com Paralisia cerebral, suportarem a sua prática clínica baseada na melhor evidência, de forma a tomarem decisões mais conscientes na seleção do tipo de das abordagens terapêuticas a utilizar nesta população específica;
2. O surgir de novas abordagens terapêuticas, designadamente o *SuitTherapy*, baseadas em crenças e motivações dos profissionais de saúde, embora seja escassa a evidência que suporte a sua efetividade;
3. A busca incessante dos pais de uma possível “cura” para as limitações funcionais dos seus filhos com PC.

Neste âmbito, o primeiro estudo consistiu numa análise sistemática com meta-análise, que analisou criticamente a evidência disponível sobre a eficácia do ST na funcionalidade de crianças e jovens com PC. Os resultados obtidos demonstraram por um lado, a escassez de estudos e respetiva fragilidade metodológica dos estudos analisados (RCTs), por outro lado, uma dimensão de efeito pequenas na função motora global da criança no pós-tratamento com o ST.

4. A aquisição da marcha e a promoção de padrões mais funcionais nas crianças com PCE-U, estão entre os principais objetivos da intervenção terapêutica, pelo seu papel relevante na autonomia e na qualidade de vida da criança com PC, sendo uma das conquistas frequentemente referida como o principal objetivo dos pais/cuidadores;
5. A presença de padrões atípicos da marcha presente nas crianças com PCE-U, que se prendem com múltiplos fatores, designadamente a assimetria postural, a presença de espasticidade e de fraqueza muscular no MI parético, e por ultimo, a presença de uma discrepância no comprimento dos MIs;
6. A evidência revela que os padrões de marcha exibidos pelas crianças com PCE-U, demonstraram alterações no controlo motor do MIP, resultantes dos problemas primários e secundários supracitados, conduzindo o MINP a recorrer a padrões compensatórios para colmatar os problemas primários presentes no MIP;
7. A escassez de estudos que analisem os padrões de controlo motor de ambos os MIs (parético e não parético), durante a marcha, que permitam guiar as tomadas de decisão dos fisioterapeutas na sua prática clínica;

8. A necessidade de compreender o papel das ortóteses dinâmicas, concretamente do TS na minimização dos problemas secundários das crianças e na promoção de padrões de marcha mais funcionais e a sua possível utilização em ambiente clínico, no treino da tarefa da marcha.

Tendo por base estas premissas, os objetivos dos estudos 2 e 3, consistiram numa análise dos efeitos imediatos da ortótese TS nos parâmetros espaciais e temporais (% ciclo de marcha) e nas variáveis angulares no plano sagital, dos segmentos de ambos os MIs (MIP e MINP) durante a marcha, em crianças com o subtipo Paralisia Cerebral Espástica-Unilateral.

Os resultados de ambos os estudos, não deixaram dúvidas quanto à presença de um compromisso da marcha, expressivo de uma assimetria corporal e uma diminuição na seletividade de movimentos dos MIs, tanto do MI parético, como no MI não parético na condição *baseline*, que espelham uma imaturidade nos padrões de marcha das sete crianças incluídas no nosso estudo.

Adicionalmente, os resultados demonstraram a inexistência de diferenças significativas nas variáveis espaciais e temporais da marcha, bem como os valores de D de Cohen, revelaram para as sete crianças com PCE-U, uma dimensão de efeito pequena para todas as variáveis analisadas, quando comparadas as condições BL versus TS. Contudo, relativamente às variáveis angulares, observaram-se resultados significativos para a articulação mais proximal da anca e a distal (TT), bem como dimensões de efeito elevadas para algumas das articulações e moderadas e baixas para outras. Conclui-se assim, que o uso do TS sugere alterações nos deslocamentos angulares no plano sagital, em todas as articulações de ambos os MIs nas sete crianças com PCE-U da amostra, durante a maior parte do ciclo de marchas.

Apesar de todas as limitações referidas e subjacentes a este tipo de estudo, esperamos que de alguma forma, o presente estudo constitua uma rampa de lançamento para futuros estudos que permitam comprovar os efeitos imediatos da ortótese dinâmica TS no padrão de marcha de crianças com PCE-U, de forma a possibilitar a sua inclusão em futuros programas de (re)habilitação, dissociado de terapias intensivas, como tem sido relatado na literatura.

Concluindo, o presente estudo revelou-se importante a nível pessoal na medida em que permitiu um aprofundamento de conhecimentos sobre os efeitos imediatos do TS no padrão de marcha em crianças com PCE-U, tendo igualmente proporcionado a produção de documentos de caráter científico, com grande relevância para os profissionais de saúde, concretamente para os Fisioterapeutas que atuam na área da neuropediatria. Por fim, apelou também à nossa capacidade crítica e reflexiva contribuindo na nossa maturação profissional.

Apraz-nos acreditar que este trabalho irá contribuir no futuro profissional de outros Fisioterapeutas, ao incentivá-los para a realização de outros estudos de investigação na mesma linha de investigação do presente estudo.

ANEXOS

ANEXO I. Estudio 1

Efficacy of suit therapy on functioning in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis.

ANEXO II. Ficha Caracterização da Amostra

ANEXO III. Aprovação Comissão de Ética

ANEXO IV. Consentimento Informado

ANEXO V. Estudio 2

The Immediate Effects of Therasuit® on the Gait Pattern of a Child with Unilateral Spastic Cerebral Palsy

**ANEXO VI. Representação das modificações angulares dos MIs
durante o Ciclo de Marcha – sete casos**

ANEXO VII. Representação gráfica dos ângulos dos MIs durante o Ciclo de Marcha – sete casos