



FACULDADE DE
MEDICINA
LISBOA

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Obstetrícia e Ginecologia

Abordagem materno-fetal no acidente de viação e como prevenir as suas complicações

Cláudia Carreira Pich Domingues

Junho'19



FACULDADE DE
MEDICINA
LISBOA

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Obstetrícia e Ginecologia

Abordagem materno-fetal no acidente de viação e como prevenir as suas complicações

Cláudia Domingues

Orientado por:

Dra. Margarida Coiteiro

Junho'19

Resumo

O trauma na gravidez é um evento que pode levar a grande morbimortalidade.

No início do século, existia uma grande taxa de mortalidade materna e fetal e, com a melhoria dos cuidados de saúde, houve uma redução da mesma, sendo que, inicialmente, as principais causas eram obstétricas e, hoje em dia, as não obstétricas prevalecem.

Assim, é importante referir e explorar os acidentes de viação pois são a principal causa não obstétrica de trauma na gravidez.

Na abordagem de uma situação de trauma, tem de se ter em conta as alterações fisiológicas inerentes à condição da gravidez para assim ter melhores resultados e não haver falha no diagnóstico.

A abordagem deve ser centrada na grávida uma vez que a maior parte das causas de mortalidade fetal são maternas.

O diagnóstico deve ser completo e preciso, com uma boa história clínica, exame objetivo, exames imagiológicos e cirurgia exploradora caso necessário.

A intervenção pode ser médica ou mesmo cirúrgica dependendo de cada situação.

Como possíveis complicações do trauma, são de realçar o descolamento da placenta, a rutura uterina e a hemorragia materno-fetal.

Por ser um assunto comum e importante pela sua incidência, deve-se investir numa boa prevenção, que é maioritariamente feita pelo uso correcto e constante dos sistemas de segurança, nomeadamente pelo cinto de segurança e airbag.

No entanto, os sistemas de segurança dos carros em geral não estão adaptados à condição da grávida, podendo provocar-lhe lesões.

Assim, conclui-se que devem ser realizados mais estudos na tentativa de criar sistemas de segurança apropriados à grávida e conseqüentemente ao feto.

O Trabalho Final exprime a opinião do autor e não da FML.

Abstract

Trauma in pregnancy is an event that can lead to great morbidity and mortality.

At the beginning of the century, there was a high rate of maternal and fetal mortality and, with the improvement of health care, there was a reduction of the same, initially the main causes were obstetrical and nowadays the non-obstetric ones prevail.

Thus, it is important to mention and explore road accidents as they are the main non-obstetric cause of pregnancy trauma.

When approaching a trauma situation, the physiological changes inherent in the pregnancy condition must be taken into account in order to obtain better results and not to fail to diagnose.

The approach should be centered on the pregnant since most of the causes of fetal mortality are maternal.

The diagnosis should be complete and accurate, with a good clinical history, objective examination, imaging and exploratory surgery if necessary.

The intervention can be medical or even surgical depending on each situation.

Possible complications of trauma include placental abruption, uterine rupture and maternal-fetal hemorrhage.

Because it is a common issue and important for its incidence, it is necessary to invest in a good prevention, which is mostly made by the correct and constant use of the safety systems, namely by the seat belt and airbag.

However, car safety systems in general are not adapted to the condition of the pregnant woman and can cause injury.

Thus, it is concluded that more studies should be carried out in an attempt to create safety systems appropriate to the pregnant woman and consequently to the fetus.

The Final Paper expresses the opinion of the author and not of FML.

Abordagem materno-fetal no acidente de viação e como prevenir as suas complicações

Palavras-chave: Trauma; Gravidez; Feto; Acidentes de viação; Cinto de segurança.

Keywords: Trauma; Pregnancy; Fetus; Motor vehicle crashes; Security Belt.

Índice

Resumo	2
Abstract	3
Palavras-chave	4
Keywords	4
Índice	5
Introdução	6
Epidemiologia	8
Alterações fisiológicas na grávida	9
Alterações circulatórias fisiológicas na grávida	9
Alterações respiratórias fisiológicas na grávida	10
Abordagem	13
Diagnóstico	14
Diagnóstico clínico	14
Diagnóstico laboratorial	15
Diagnóstico imagiológico	16
Cardiotocografia	18
Tratamento	19
Realização de cesariana	21
Cesariana perimortem	22
Complicações	24
Descolamento da placenta	24
Rutura Uterina	26
Hemorragia materno-fetal	27
Fraturas	28
Prevenção	30
Caracterização do problema	30
Uso incorreto do cinto	31
Ausência da utilização do cinto	32
Cintos de segurança adaptados	33
Modelos de análise	33
Protótipos de cintos de segurança adaptados à grávida	43
Conclusão	47
Agradecimentos	48
Bibliografia	49

Introdução

O objetivo da revisão é avaliar o impacto dos acidentes de viação na grávida, o seu diagnóstico e conduta posterior, tendo como objetivo final, definir estratégias de prevenção que minimizem as consequências dos acidentes de viação.

Assim, foram avaliados diferentes estudos da temática, com especial ênfase na investigação da minimização do impacto do acidente, tanto na grávida como no feto.

Durante a gravidez, a mulher está sujeita a situações, com particularidades e formas de abordagem específicas, que implicam um conhecimento aprofundado e especializado, de forma a obter uma correta avaliação e intervenção no âmbito da Obstetrícia.

No início do século, a causa obstétrica era a principal causa de mortalidade, tanto materna como fetal, devido à ausência de cuidados pré-natais, durante o parto e pós-natais. [1]

Devido à evolução dos cuidados de saúde, verificou-se uma diminuição da mortalidade materno-fetal, com uma diminuição das causas obstétricas, surgindo um predomínio das não obstétricas. [2]

O trauma corresponde à principal causa de mortalidade materna não obstétrica, sendo os acidentes de viação a principal etiologia do trauma, durante a gravidez. [2-9]

Durante o primeiro trimestre, o útero, de paredes espessas, é bem protegido, contra o trauma, pela cintura pélvica. No segundo trimestre, o volume de líquido amniótico, relativamente abundante, protege o feto. No terceiro trimestre, entretanto, o útero, agora com paredes finas e proeminentes, é exposto a trauma abdominal contuso e penetrante. [5]

Numa situação de trauma, a estabilidade e sobrevivência maternas são a prioridade. [2]

A avaliação fetal realiza-se em paralelo ou após abordagem materna. [7,11,15]

O resultado fetal é determinado, maioritariamente, pelas condições maternas.

O diagnóstico e tratamento adequados das lesões maternas, são a melhor forma de garantir a sobrevivência fetal. [6]

Desta forma, pelo grande impacto do trauma na grávida, a prevenção deverá ser o nosso objetivo primordial, sendo esta feita, principalmente, através de sistemas de segurança como o cinto de segurança e o airbag. [2,6]

Abordagem materno-fetal no acidente de viação e como prevenir as suas complicações

Os profissionais de saúde, nomeadamente, os médicos na consulta pré-natal, devem explicar as formas de prevenção de danos numa situação de trauma por acidente de viação, motivando o uso dos sistemas de segurança e desmistificando as concepções maternas relativamente aos efeitos adversos do uso dos mesmos, devendo-se, assim, incentivar a Medicina Preventiva. [6,10]

Epidemiologia

A mortalidade materna é um importante indicador de qualidade do sistema de saúde de uma sociedade. [7]

Durante o século XX, os Estados Unidos da América (EUA) assistiram a uma descida notável da mortalidade materna e fetal, paralelamente aos restantes países desenvolvidos, reflexo da melhoria nos cuidados de saúde. [2]

O trauma afeta 6 a 8% de todas as gestações. [3-5] Corresponde a uma taxa de 9/1000 nados-vivos, [6] sendo a principal causa de mortalidade materna não obstétrica (46%), [2,7,8] com maior frequência no último trimestre. [8]

Os acidentes de viação são a principal causa de trauma (48 a 54.6%), [2,4,5] afetando 2% das mulheres durante a gravidez. [5,9]

Num estudo, foram analisados 351 casos, registados num centro de trauma, de morte materna por causas não obstétricas e observou-se que 72% foram devidas a acidente de viação. [11]

Entre 1 e 3% dos nados-vivos são expostos, ainda in útero, a trauma resultante de acidente de viação. A taxa de mortalidade fetal, por acidentes de viação, corresponde a 2.3/100000 nados-vivos. Os acidentes de viação contribuem com mais de 50% dos traumas na gravidez e 82% de mortalidade fetal ocorre durante os acidentes de viação. [9]

Durante a gravidez, 90% das lesões traumáticas são classificadas de *minor*, no entanto, estas são responsáveis por 60-70% das mortes fetais de causa traumática, o que leva à necessidade de observação da grávida em todas as situações de trauma. [5,12]

Alterações fisiológicas na grávida

A resposta fisiológica materna e fetal ao trauma pode influenciar a sua gravidade, assim como a estratégia adequada de tratamento. [4]

Assim, compreendendo as diferenças anatómicas e fisiológicas, multissistémicas, ocorridas na gravidez, permite uma melhor avaliação e tratamento. [4]

Alterações circulatórias fisiológicas na grávida:

- diminuição da pressão arterial média de 10 a 15 mmHg no segundo trimestre; [4]
- aumento no pulso em 5-15 bpm no segundo trimestre; [4]
- diminuição da hemoglobina para 9-11 g/dL devido à expansão volumétrica e deficiência de ferro; [4]
- aumento do volume sanguíneo em aproximadamente 35-40%; [13]
- aumento rápido do débito cardíaco até às 30 a 32 semanas por um aumento da frequência cardíaca e do volume sistólico. [13]

Numa mulher sem comorbilidades, numa situação de hemorragia, os sinais em repouso não se tornam evidentes até que 15-20% (1.200 mL) do volume total de sangue seja perdido. [13]

Devido ao aumento do volume sanguíneo, a quantidade real de perda de sangue que resulta em sinais clínicos é maior em mulheres grávidas do que em mulheres não grávidas. [13]

Perante uma hemorragia, com redução de 30-35% do volume sanguíneo materno, ocorre uma mudança ligeira na pressão arterial média. No entanto, hemorragias maiores vão levar a hipotensão e a taquicardia materna. Como resposta compensatória, as artérias uterinas contraem-se e o fluxo sanguíneo uterino é reduzido em cerca de 10-20%, tendo como consequência um aumento do risco de hipóxia fetal. Esta vai condicionar acidose fetal progressiva, uma vez que o feto depende inteiramente da função hemodinâmica materna, assim como, da transferência placentária de oxigénio. [13]

Assim, o choque materno pode ter um impacto significativo no desenvolvimento e saúde fetal. [13]

Neste contexto, a taquicardia ou a hipotensão na grávida com trauma não devem ser atribuídas apenas a alterações fisiológicas da gravidez. [13]

Alterações respiratórias fisiológicas na grávida

A abordagem da via aérea tem alguns riscos adicionais devido às adaptações respiratórias maternas:

- elevação do diafragma, ^[5] que reduz a capacidade residual funcional e o volume residual em 20%; ^[13]
- aumento da frequência respiratória em 15%, devido à progesterona; ^[13]
- aumento da ventilação por minuto em 50%, refletindo-se por hipocapnia, devido à progesterona; ^[13]
- aumento do volume corrente em 40%, devido à progesterona; ^[13]
- edema da via aérea por alteração na pressão oncótica e aumento do volume sanguíneo. ^[4]

Além das alterações anteriormente referidas, podem também surgir alterações noutros sistemas, por exemplo, a nível gastrointestinal e alterações pelo crescimento uterino.

A nível gastrointestinal, existe um risco aumentado de aspiração devido ao atraso no esvaziamento gástrico, mediado pela progesterona, e relaxamento do esfíncter esofágico, mediado pelos estrogénios. ^[4]

Devido ao crescimento do útero, como representado nas figuras seguintes, existem alterações clínicas relevantes como: ^[4,13]

- aumento da susceptibilidade a lesões devido à sua localização na cavidade abdominal após as 12 semanas de gestação; ^[13,15]
- compressão da veia cava inferior e da aorta no decúbito dorsal, aumentando a probabilidade de hipotensão e diminuição da perfusão uterina, podendo levar a uma diminuição até 30% do valor normal do débito cardíaco; ^[2,4]
- deslocamento superior dos intestinos com potencial para lesões intestinais complexas e múltiplas, com trauma penetrante na região superior do abdómen; ^[4]
- hipertrofia da vascularização pélvica com potencial para hemorragia retroperitoneal que pode ser grave no caso de fratura pélvica; ^[4]
- o feto em crescimento provoca um fluxo sanguíneo uterino aumentado. No caso de laceração dos vasos uterinos ou rutura uterina, pode ocorrer uma hemorragia materna

Abordagem materno-fetal no acidente de viação e como prevenir as suas complicações

aguda e grave, pondo em risco a vida materna e fetal, a não ser que ocorra parto emergente e reparação das lesões encontradas; [4]

- o crescimento da placenta, fortemente vascularizada e pouco elástica, em caso de descolamento da placenta, facilita uma rápida hemorragia materna e fetal. [4]



Figura 1: Localização do útero às 12 semanas. [27]

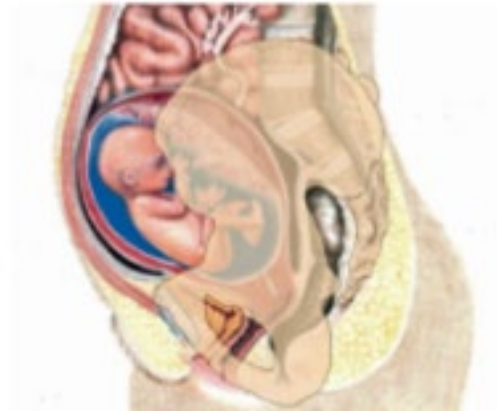


Figura 2: Localização do útero às 20 semanas. [27]



Figura 3: Localização do útero às 36 semanas. [27]

<i>Affected value or system</i>	<i>Change during normal pregnancy</i>
Systolic blood pressure	Decreased by an average of 5 to 15 mm Hg
Diastolic blood pressure	Decreased by 5 to 15 mm Hg
Electrocardiogram	Flat or inverted T waves in leads III, V ₁ , and V ₂ ; Q waves in leads III and aV _F
Blood volume	Increased by 30 to 50 percent
White blood cell count	May be increased; range: 5,000 to 25,000 per mm ³ (5 to 25 × 10 ⁹ per L; higher in late pregnancy)
Fibrinogen	Increased; range: 264 to 615 mg per dL (2.6 to 6.1 g per L)
D-dimer	Frequently positive
Respiratory rate	Increased by 40 to 50 percent
Oxygen consumption	Increased by 15 to 20 percent at rest
Partial pressure of oxygen	Increased; range: 100 to 108 mm Hg
Partial pressure of carbon dioxide	Decreased; range: 27 to 32 mm Hg
Bicarbonate	Decreased; range: 19 to 25 mEq per L
Base excess	Present; range: 3 to 4 mEq per L
Blood urea nitrogen	Decreased; range: 3 to 3.5 mg per dL (1.1 to 1.2 mmol per L)
Serum creatinine	Decreased; range: 0.6 to 0.7 mg per dL (50 to 60 μmol per L (1.0 mg per dL [90 μmol per L] may be abnormal)
Alkaline phosphatase	Increased because of placental production; range: 60 to 140 IU per L (60 to 140 U per L)
Kidneys	Mild hydronephrosis
Gastrointestinal tract	Decreased gastric emptying, decreased motility, increased risk of aspiration
Musculoskeletal system	Widened symphysis pubis and sacroiliac joints, which may lead to misreading of radiologic studies
Diaphragm	Higher position in pregnancy; consequently, chest tubes would need to be placed one or two interspaces higher.
Peritoneum	Small amounts of intraperitoneal fluid normally present

Figura 4: Resumo das principais alterações fisiológicas e anatómicas da gravidez que alteram a abordagem do trauma. ^[15]

Abordagem

A abordagem da grávida deve seguir o algoritmo do Advanced trauma life support (ATLS) que é o *standard* da avaliação inicial e tratamento dos doentes traumatizados, sendo adaptado para a grávida. [3]

No entanto, este algoritmo é omissivo na abordagem fetal, deixando ao critério do obstetra. [3]

Nesta revisão foram revistas as especificidades inerentes à abordagem geral da grávida, com trauma, sendo que as particularidades das principais complicações são desenvolvidas nos capítulos correspondentes.

Todas as mulheres, após trauma, em idade fértil, devem ser consideradas grávidas até que se prove o contrário, realizando um teste de gravidez, na abordagem inicial. [11]

A actuação mediante uma grávida após trauma, tem de ter em conta as alterações fisiológicas e anatómicas da gravidez. [11]

Assim, a mulher grávida, após o trauma, deve ser transferida para um centro de trauma com o apoio de Obstetrícia e Neonatologia e sempre com abordagem por uma equipa multidisciplinar. [3]

O foco inicial é a estabilização materna, avaliando a via aérea, a respiração e a circulação no sentido de estabelecer a estabilidade cardiorespiratória materna. [3,13,14]

A estabilização e tratamento materno têm um impacto significativo no feto, uma vez que na maioria dos casos, a morbidade a curto e longo prazo relaciona-se com as consequências directas e indirectas do trauma materno como hipotensão, hipoxémia, descolamento da placenta ou parto prematuro. [14]

A avaliação do feto deve ser iniciada imediatamente após ou em paralelo com a abordagem da mãe. [7,11,15]

Qualquer teste diagnóstico ou tratamento necessário para a melhoria da situação materna deve ser realizado, mesmo que possa ser ter algum risco para o feto. [3,14]

Devido às alterações que ocorrem na fisiologia materna e à grande variedade de patologias obstétricas, podem ser perdidos diagnósticos e não ser efectuado o tratamento adequado. [13]

Diagnóstico

O diagnóstico deve ser o mais completo e preciso possível, baseado na história clínica completa, exames laboratoriais, imagiológicos e, se necessário, técnicas de diagnóstico/terapêuticas mais invasivas.

Diagnóstico clínico

O primeiro passo é a colheita de uma história clínica completa, dando-se ênfase à data da última menstruação e/ou idade gestacional, consulta do Boletim da grávida, o mecanismo de lesão, a existência de trauma abdominal direto e uso ou não dos sistemas de segurança do automóvel.^[8,11]

Relativamente à sintomatologia, deve-se estar atento à existência de perda de conhecimento, parestesias, dor abdominal, contrações uterinas, percepção de movimentos fetais, perda de líquido ou hemorragia vaginal.^[11]

Após a colheita da anamnese, realiza-se o exame objetivo onde todas as partes do corpo devem ser expostas e examinadas, sendo a avaliação do estado de consciência e dos sinais vitais de primordial importância.^[11]

Ao registar os sinais vitais, é útil ter em mente as alterações anteriormente referidas no capítulo “Alterações Fisiológicas na grávida”.

Desta forma, alguns dos sinais de choque hipovolémico, tais como a taquicardia e hipotensão, podem surgir tardiamente, bem como um padrão de frequência cardíaca fetal anómalo, que pode indicar uma lesão hipoxémica fetal iminente, podendo assim ser o primeiro indicador de hipovolémia materna significativa numa situação de hemorragia.^[11]

A observação abdominal deve ser cuidadosamente efectuada, de forma a identificar alterações, tais como: existência de equimoses, particularmente na região que contacta com o cinto de segurança, presença de distensão anómala, sensibilidade uterina aumentada e a existência de contrações uterinas ou de abdómen agudo, podendo ser um sinal de hemorragia intra-abdominal ou de perfuração de víscera oca, bem como de início de trabalho de parto.^[8,11,14,16]

O útero deve ser avaliado quanto à altura, forma, tónus e sensibilidade do fundo (um importante sinal sugestivo de descolamento da placenta).^[11,14]

O **exame vaginal** é realizado para identificar a presença de lesões do canal de parto, hemorragia uterina, perda de líquido amniótico ou início de trabalho de parto. [14]

Após as 20 semanas, não se deve realizar exame vaginal até ser excluída a existência de placenta prévia por ecografia. [11,14]

A avaliação clínica pode não prever as lesões existentes, podendo haver necessidade da realização de exames complementares de diagnóstico.

Diagnóstico laboratorial

Devem ser requisitados:

- Hemograma completo; [11]
- Tipagem ABO e Rh; [11]
- Provas de coagulação; [8,11]
- Ionograma; [8,11]
- Glicémia; [8,11]
- Função renal; [8,11]
- Urina II; [2,8,15]
- Doseamento de drogas ilícitas e de álcool (para fins forenses ou quando podem vir a alterar o tratamento agudo); [2,4,8,14]
- Gasimetria arterial (nas situações graves); [8,11]

Relativamente ao teste de Kleihauer-Betke (KB), a sua função é a quantificação do sangue fetal na circulação materna. Com este teste é calculado o risco de resultado adverso perinatal, triando as grávidas com alto risco de parto pré-termo e de resultados adversos fetais. [2]

Segundo as recomendações da Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada, o teste deve ser realizado após eventos associados a trauma da placenta e disrupção da interface materno-fetal em todas as mulheres Rh negativo para calcular a quantidade de Imunoglobulina Anti-D necessária administrar. [3,11]

Diagnóstico imagiológico

A **Ecografia obstétrica** é um exame rápido e seguro, sendo indispensável numa situação de trauma. [2,11,15]

Tem um papel importante no estabelecimento da idade gestacional, número de fetos, o seu tamanho e apresentação. A frequência cardíaca fetal e ritmo, localização da placenta com exclusão de placenta prévia ou descolamento, tamanho do colo e sua dilatação, avaliação do líquido amniótico e perfil biofísico, deteção de anemia fetal pela velocidade do pico sistólico na artéria cerebral média e circulação nas artérias uterinas através da fluxometria com Doppler são parâmetros também avaliados pela Ecografia. [3,4,8,11,14,15,16]

O **FAST** (Focused Assessment with Sonography for Trauma) é uma ecografia abdominal e da área cardíaca que tem como objetivos excluir tamponamento cardíaco e líquido livre abdominal, avaliando, assim, a necessidade de cirurgia emergente. [14] Tem sido um exame de rotina utilizado em muitos centros de trauma e mostrou ter uma alta sensibilidade e precisão. [3,8,12]

Na grávida, tem ainda a utilidade na confirmação do número de fetos, bem estar fetal, posição do feto e da placenta, quantidade de líquido amniótico, se necessário, pode ainda avaliar a idade gestacional. [3,8,11,12]

O **Electrocardiograma (ECG)** pode apresentar algumas alterações devido à elevação do diafragma. Desta forma, pode existir desvio esquerdo do eixo, com ondas T achatadas e uma onda Q nas derivações III e AVF, sendo que, estas alterações, não devem ser confundidas com as alterações isquémicas ou traumáticas encontradas no trauma torácico fechado. [8]

O uso de exames com radiação ionizante não deve ser abandonado ou protelado devido aos receios de lesão do feto, uma vez que, as informações obtidas com os mesmos quase sempre superam o risco de radiação para o feto e a exposição é pequena. [8,11,13,14]

Estão descritos alguns efeitos adversos do uso da radiação ionizante. Antes das 10 semanas, existe maior risco de teratogénese que pode provocar aborto espontâneo. Entre as 10 e as 15 semanas, existe maior risco de defeitos no sistema nervoso central, carcinogénese e, em último

caso, morte fetal (risco inferior a 1%). Após as 15 semanas, o feto tem pouca probabilidade de ser afetado pela radiação, estando praticamente confinado à restrição do crescimento. [4,8,11,15]

No entanto, os efeitos adversos não surgem até doses de 50-100 mGy, valores estes superiores aos usados actualmente. [4,8,15]

Radiografias da coluna cervical, tórax e pélvis são exames de 1ª linha, se indicados pelo quadro clínico. [11]

A **Tomografia Computorizada (TC)** é o exame de diagnóstico imagiológico mais utilizado perante uma situação de trauma abdominal com dúvidas de diagnóstico, sendo capaz de identificar lesões específicas de órgão e determinar o risco de complicações fetais. [8,11,13]

A **Ressonância Magnética (RM)** fornece imagens com melhor qualidade do que a ecografia, evitando a radiação ionizante da TC. [14]

No entanto, a Food and Drug Administration (FDA) considera que a segurança da RM não está ainda estabelecida [4] e a National Radiological Protection Board recomendou não usar durante o 1º trimestre. [16]

A **laparoscopia/laparotomia exploradora** é uma modalidade diagnóstica que pode ser usada na grávida, com uma sensibilidade entre 96-100% [11] na deteção de lesão intra-abdominal traumática ameaçadora de vida, podendo ser utilizada no caso de múltiplas lesões com múltiplas fontes potenciais de hemorragia, na suspeita de trauma intra-abdominal, numa situação de hipotensão com resultados do exame FAST duvidoso ou patológico e em locais com poucos recursos imagiológicos avançados. [11,14,17]

A lavagem por via laparoscópica, até às 14 semanas, [17] é segura, no entanto, a lavagem por via aberta é a opção que deve ser preconizada, devendo ser realizada superiormente ao fundo uterino. [8,11,14]

Um resultado anormal é sugerido por aspiração de sangue livre (>10 mL), presença de conteúdo gástrico ou pancreático. [13]

A **citometria de fluxo** também tem uma boa sensibilidade para detetar e quantificar as células sanguíneas fetais, no entanto ainda não está disponível na maior parte dos centros e o seu valor acrescido ainda está em estudo. [11]

Cardiotocografia

A monitorização fetal e uterina contínua, com avaliação da frequência cardíaca fetal externa e tocodinamómetro é o *standard* para a vigilância do estado fetal e actividade uterina. [2,14,15]

Deve ser realizada em todas as grávidas com uma idade gestacional superior ao limite de viabilidade e iniciada o mais precocemente possível, visto a maior parte das complicações ocorrerem logo após o trauma. [5,11,14,15]

Quando a monitorização não demonstra alterações e a grávida se encontra assintomática, a monitorização tem um valor preditivo negativo de 100%. [2]

No caso, de monitorização anormal, acompanhada de sintomas de alarme precoces, como hemorragia vaginal, contrações uterinas, aumento da sensibilidade abdominal e uterina e um teste KB positivo, tem uma sensibilidade e especificidade de 52 e 48%, respetivamente. [2,14]

Relativamente à frequência cardíaca fetal, é uma forma de avaliação do bem estar fetal, do fluxo materno e da resposta alfa adrenérgica compensatória, devendo encontrar-se entre os 110 e os 160 bpm. [13,14]

A existência de bradicardia fetal mantida ou desacelerações tardias, sinais de hipóxia fetal, podem ser consequentes de hipovolémia materna, hipóxia materna, descolamento da placenta ou rutura uterina. [13]

Relativamente à duração da monitorização, recomenda-se uma duração mínima de 6 horas [3,12] na ausência de sintomas de alarme como frequência cardíaca materna superior a 110 bpm, frequência cardíaca fetal superior a 160 bpm ou inferior a 120 bpm, sensibilidade e irritabilidade uterina, dor abdominal significativa, hemorragia vaginal, contrações uterinas (>1/10 min) durante 4 horas, rutura das membranas, padrão de frequência cardíaca fetal anómalo, mecanismo de lesão de alto risco com lesão materna grave ou teste KB positivo. [2,5,8,11,14]

Deve-se prolongar, além das 6 horas, na presença dos sinais de alarme acima referidos. [2,3,5,8,11,12,13,15]

Tratamento

Os primeiros passos são a realização de uma correta oxigenação, reposição de volume plasmático/sanguíneo e manutenção do retorno venoso, deslocando o útero para a esquerda, (evitando a compressão da veia cava inferior), devendo ser mantidos até estar resolvida a situação de hipovolémia, hipóxia e stress fetal. [7,11,15]

Relativamente à oxigenação, todas as grávidas sujeitas a trauma, devem receber suplemento de oxigénio. [8,14]

O feto é extremamente sensível à hipóxia e as reservas encontram-se muito diminuídas na grávida, levando a um rápido desenvolvimento de anóxia, sendo que a abordagem da via aérea, tem particularidades, [8,14] como referido no capítulo “Alterações fisiológicas na grávida”.

Deve ser atingida uma saturação de oxigénio materna superior a 95% e, caso seja inferior, deve-se realizar uma gasimetria, onde é desejável que haja um pressão de oxigénio materna superior a 70 mmHg. [11,14]

Se a oxigenação não estiver a ser eficaz, pode ser necessária uma entubação orotraqueal. [11,14]

A colocação precoce de uma sonda nasogástrica deve ser considerada no caso de diminuição do estado de consciência, diminuição da motilidade gástrica, compressão do trato gastrointestinal superior, ácido gástrico aumentado com pH diminuído e relaxamento do esfíncter esofágico inferior. [11]

Numa situação de ressuscitação cardiopulmonar, a compressão torácica externa, pode ser mais complicada pela redução da complacência torácica e pela compressão uterina dos grandes vasos na posição de decúbito dorsal (pode provocar uma descida até 30 mmHg na pressão arterial sistólica materna e de 30% no volume sistólico) levando a uma descida no fluxo uterino e , assim, diminuição da eficácia da ressuscitação após as 20 semanas. [11-15]

Relativamente à restauração/manutenção da circulação, esta pode ser realizada de duas formas:

- Em primeiro lugar, deve ser realizado o deslocamento uterino para a esquerda pela colocação do corpo com uma inclinação de 25-30 graus ou pela movimentação manual uterina, como representado na figura seguinte. [1,3,5,8,11,12,13,14]



Figura 5: Demonstração do deslocamento uterino para a esquerda pela colocação do corpo com uma inclinação de 25-30 graus. [5]



Figura 6: Demonstração do deslocamento uterino pela movimentação manual. [5]

- Em segundo lugar, deve-se realizar reposição de líquidos (a hipervolemia fisiológica em cerca de 50%, pode mascarar as alterações dos parâmetros vitais até perdas de 15 a 20% do volume total sanguíneo). [8,14] Os cristalóides devem ser a primeira opção em todas as situações de hipovolemia. Na hipotensão materna refratária à administração de fluídos, podem ser usados vasopressores (podem provocar diminuição da perfusão placentária devido ao seu efeito na vasculatura uteroplacentária). A transfusão deve ser iniciada na suspeita de hemorragia significativa, devendo-se optar por sangue Rh-negativo (caso não se saiba a tipagem Rh). [8,13,14]

Relativamente ao uso de bicarbonato, este deve ser usado com precaução, pois a rápida correção da acidose materna pode reduzir a hiperventilação compensatória. [13]

Quanto à imunoglobulina (Ig) anti-D, esta deve ser dada a todas as grávidas Rh negativas após uma situação de trauma abdominal, pelo risco de se associar a hemorragia feto-materna, e por conseguinte, levar a aloimunização. Deve ser dada até às 72 horas após o trauma. [2,5,15]

Com a administração de imunoglobulina, previne-se, a sensibilização ao factor Rh e a eritroblastose fetal numa gravidez subsequente. [8]

A dose standard de Ig anti-D administrada é de 300 mcg, apenas eficaz na presença de 30 mL de sangue fetal. [8] No entanto, aproximadamente 10% dos traumas provocam hemorragias que excedem a proteção de uma dose única, devendo-se aumentar a dose dada em função de cada situação com base no Teste KB. [2]

Relativamente à indução da maturação pulmonar fetal, quando se prevê parto pré-termo, esta deve ser realizada entre as idades gestacionais de 23 semanas e 6 dias até às 33 semanas e 6 dias, ^[36] sendo administrada uma dose de 12 mg de betametasona intramuscular e repetir às 24 horas. ^[5]

No entanto, deve-se ter alguma precaução no caso de uma infeção grave materna, pelo possível agravamento pela corticoterapia. ^[16]

Relativamente ao uso de tocolíticos como profilaxia do parto pré-termo, é um tema em estudo e caso sejam utilizados, deve ser, previamente, excluída a existência de descolamento da placenta, corioamnionite ou anomalias fetais graves. ^[16]

Perante uma situação traumática grave, a grávida pode não ter via oral. Assim, pode haver indicação para a alimentação entérica ou parentérica, tendo em conta alguns riscos como a hiperglicémia (a gravidez geralmente é um estado diabetogénico) e a hiperlipidémia. ^[13]

Numa situação de trauma *minor*, a abordagem e intervenção, após confirmação do bem estar materno-fetal, centra-se no tratamento das lesões, prescrição de analgésicos, aconselhamento sobre os sinais e sintomas de alarme que devem motivar o retorno ao serviço de urgência e assegurar um *follow up* apropriado. ^[5]

A decisão da realização do parto depende da idade gestacional (viabilidade fetal) e da gravidade do trauma que pode pôr em risco a saúde materna e/ou fetal.

Realização de cesariana

2.4 a 7.2% das situações de trauma vão necessitar de uma cesariana pouco tempo após o trauma. ^[11]

A cesariana pode ser realizada nas seguintes situações em gravidez com feto viável: ^[13,15]

- na tentativa de salvar o feto perante a situação de morte materna eminente ou perante um traçado da frequência cardíaca fetal de categoria II/III; ^[1,14]
- na tentativa de salvar a mãe (após ressuscitação cardiopulmonar não eficaz em quatro minutos); ^[1,14]
- para fornecer exposição cirúrgica adequada na abordagem de lesões maternas por laparotomia; ^[14]
- perante a existência de fratura pélvica instável com obstrução do canal de parto; ^[4,14]

Abordagem materno-fetal no acidente de viação e como prevenir as suas complicações

- perante descolamento da placenta complicado de coagulopatia materna e instabilidade hemodinâmica e/ou sinais de sofrimento fetal; ^[14]
- perante lesão da bexiga ou da uretra. ^[4]

Cesariana perimortem

Foi um procedimento introduzido em 1986. ^[11]

A American Heart Association recomenda a sua realização nos 4 minutos após a paragem cardio respiratória materna refratária às manobras de ressuscitação. ^[4,5,8,11,15]

A recomendação da sua realização deve-se ao facto de, no terceiro trimestre, a eficácia da ressuscitação cardiopulmonar ser reduzida pela compressão aortocava, com inibição do *output* cardíaco pela limitação da pré-carga, e, portanto, a realização do procedimento aumenta o retorno venoso e o débito cardíaco em 25-30%, melhorando os resultados maternos e fetais. ^[4,5]

É indicada na morte materna por lesão grave da cabeça ou outra causa irreversível ou perante uma situação de causa potencialmente reversível (evento cardíaco ou hemorragia grave). ^[5,8]

No caso de se realizar a cesariana além dos 4 minutos recomendados, podem existir complicações. Após 6 minutos sem fluxo cerebral, inicia-se lesão neurológica materna e após 15-20 minutos sem deteção de sinais vitais maternos, existe uma alta probabilidade de morte fetal, sendo que a sua realização após 30 minutos, não tem benefício demonstrado. ^[4,11]

Num estudo realizado por Katz et al (2005), foram estudados 38 casos de cesariana perimortem. Em 89.5% dos casos, os recém nascidos sobreviveram e, das que foram realizadas por causas potencialmente ressuscitáveis, 65% das mulheres sobreviveram. ^[37]

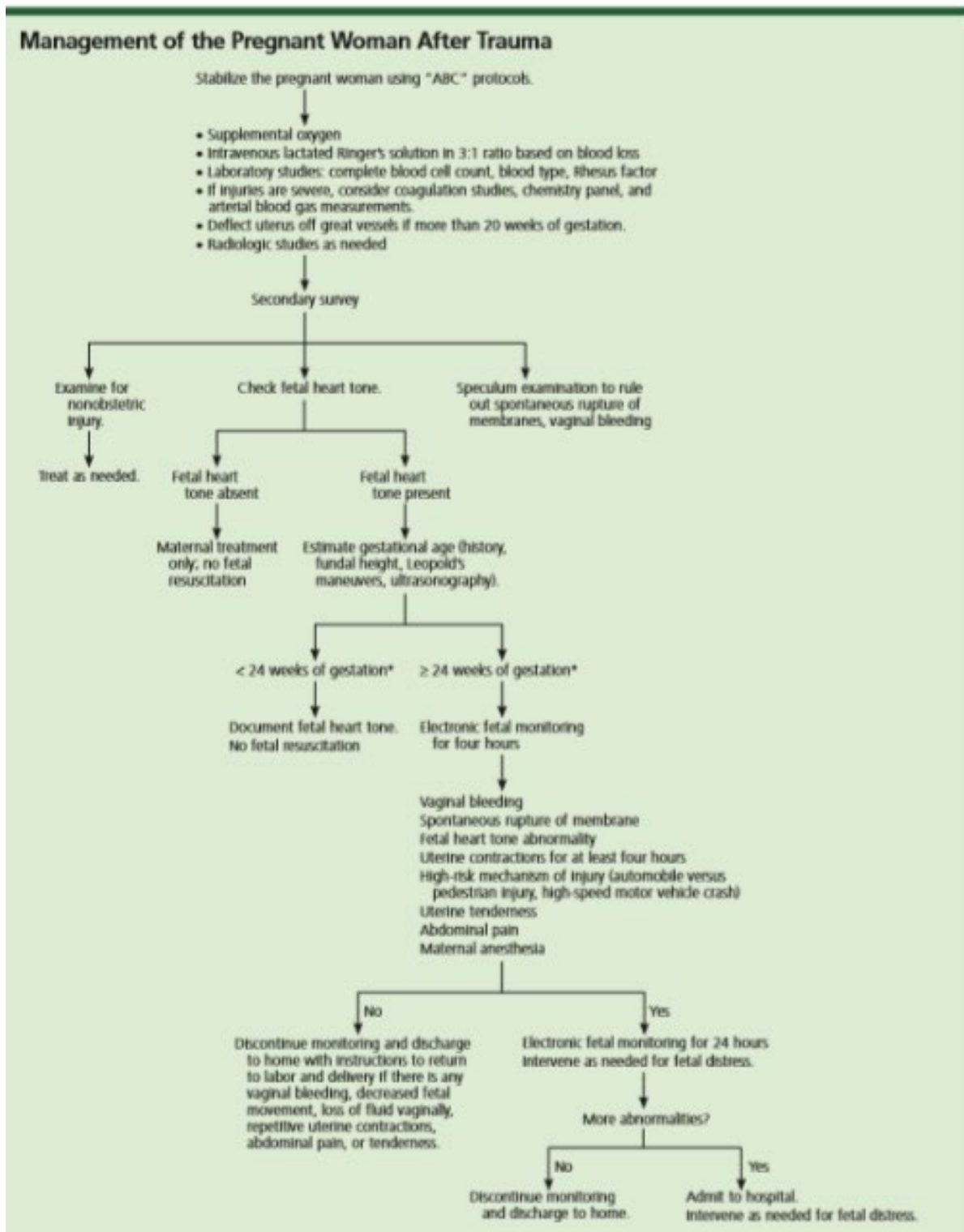


Figura 7: Resumo da abordagem da grávida numa situação de trauma. [15]

Complicações

O acidente de viação tem complicações tanto para a grávida como para o feto, sendo as mais relevantes, pela sua prevalência e necessidade de diagnóstico e tratamento rápidos, as a seguir referidas.

Descolamento da placenta

O descolamento da placenta é uma complicação *major* do trauma, ocorrendo em 5-50% dos casos, dependendo da gravidade da lesão e é a causa mais comum de morte fetal nos casos de trauma abdominal, nomeadamente nos acidentes de viação. [3,8,11,20]

Até 30-50% dos doentes com lesões traumáticas *major* e cerca de 5% com lesões traumáticas *minor*, têm descolamento de placenta após o trauma. [8]

A taxa de mortalidade fetal associada ao descolamento é entre os 30 e os 75%, [4,8,13,15] correspondendo à causa mais provável de trabalho de parto prematuro em contexto de trauma. [8,13]

A sua fisiopatologia está relacionada com as diferenças existentes nas propriedades físicas da placenta e do miométrio, uma vez que a placenta não é elástica mas o miométrio é. [8,11]

Em situações de distorção uterina relacionada com aceleração-desaceleração ou trauma direto, pode existir stress de cisalhamento na interface útero-placentária, podendo levar ao descolamento. No entanto o mecanismo exacto ainda não é bem conhecido. [2,8,11,14,21]

Este descolamento da interface útero-placentária, que é altamente vascularizada, pode resultar em hemorragia materna e, nalguns casos, fetal severa. [11]

O uso incorreto do cinto de segurança constitui uma causa importante de descolamento. [23]

A apresentação clínica consiste em dor abdominal, hemorragia vaginal (em 70%), [12] contrações uterinas frequentes, rigidez e sensibilidade uterina com irritabilidade e traçado de frequência cardíaca fetal alterado. [4,11,12,14,20] No entanto, pode-se estar perante um descolamento significativo sem sintomatologia. [14-15]

O diagnóstico é realizado na presença de dois dos seguintes três critérios: abdómen em tensão com hipertonia uterina, hipertensão/hipotensão materna e evidência ecográfica. [8]

O diagnóstico combinado de monitorização contínua e exame objetivo leva a um valor preditivo negativo de 100%. [15]

Assim, a **cardiotocografia contínua** é mais sensível do que a ecografia, do que a monitorização intermitente e do que o teste KB, com uma sensibilidade de 100% nas primeiras 4 horas. [11]

Num estudo realizado, por Pearlman et al (1990), foi diagnosticado descolamento da placenta em todas as grávidas com 8 ou mais contrações por hora, nas primeiras 4 horas. [5,12,15]

A **cardiotocografia** deve ser iniciada logo após observação materna e confirmação da viabilidade fetal, devendo ser interrompida apenas se interferir com a observação materna ou com realização de exames de imagem [3,11] e mantida durante 6 horas, uma vez que a maioria dos descolamentos ocorrem nas primeiras 2 a 6 horas após a lesão. [11]

Numa situação de alto risco, com lesões graves maternas e traçado fetal de categoria II e/ou contrações uterinas frequentes (6 ou mais em cada hora), recomenda-se um mínimo de 24 horas de vigilância. [3,4,8]

A **nível laboratorial**, não existe nenhum parâmetro que seja sensível ou específico para o diagnóstico. [14]

A **ecografia** tem uma sensibilidade de apenas 40%, [4] com alta especificidade, [5] uma vez que a densidade de um coágulo retroplacentário é semelhante à densidade da placenta em si, o que leva a dificuldade no diagnóstico e 50-80% [15] das situações não são diagnosticadas e, as que o são, são predominantemente evidentes na clínica. [2,4,8,11,12,14,15,20] Alterações específicas são raras, sendo que o hematoma retroplacentário é visto em 2-25% [11] dos casos. [2,4,8,11,12,14,15,20]

O **FAST** nem sempre detecta o descolamento da placenta e portanto um resultado negativo, não deve interromper a nossa pesquisa. [12]

O **Doppler fetal da artéria cerebral média** tem um papel importante na abordagem fetal, uma vez que, em casos graves de anemia fetal após descolamento da placenta, existe um aumento da velocidade sistólica na artéria cerebral média, e, assim, a medição deste parâmetro por ecografia pode ajudar na identificação de hemorragia fetal em casos ambíguos. [4]

A **TC** e a **RM** raramente são usadas para avaliação do descolamento, mas se forem realizadas como parte de uma avaliação do trauma materno, podem revelar achados compatíveis com descolamento. [14]

Relativamente ao tratamento, este nunca deve ser atrasado pela confirmação pela ECO. [11]

O descolamento, normalmente, associa-se a dilatação cervical rápida, sendo possível a realização de parto vaginal, no caso de estabilidade materna com traçado fetal normal. [11]

Caso o descolamento seja significativo, deve ser ponderado o parto imediato. [15]

A hemorragia materna e alterações da coagulação devem ser tratadas agressivamente para otimizar os resultados tanto maternos como fetais. [11]

Quando é realizada uma cesariana a tempo, podem-se atingir taxas de sobrevivência fetais até 75%. [11] Atraso no reconhecimento de instabilidade fetal pode levar a morte fetal, sendo que 60% delas eram preveníveis. [11]

Na ausência de contrações durante mais de 4 horas e na presença de bem estar materno e fetal, pode ser ponderada alta para o domicílio, dependente da gravidade do descolamento. [4]

Rutura Uterina

Corresponde a 1.6% [8] de todas as lesões maternas após acidentes de viação, sendo responsável por 17.5% [11] das mortes perinatais decorrentes de acidentes de viação e a uma taxa de mortalidade materna inferior a 10%. [1,2,7,8,22]

Durante um acidente de viação, a força de impacto é distribuída em todas as direções pela presença do líquido amniótico. No entanto, o local de maior tendência a ocorrer rutura é na região posterior do fundo uterino (75%), [2,11] área esta menos vascularizada e por isso de maior fragilidade. [1,2,7]

Os factores que aumentam a sua ocorrência são antecedentes de cesariana ou outra cirurgia uterina prévia, malformações uterinas congénitas e o trauma em si. [2,22]

A apresentação clínica é muito variável, podendo consistir em dor e distensão abdominal, irritação peritoneal, contorno irregular uterino, partes fetais palpáveis, padrão da frequência cardíaca fetal anómalo, hemorragia intra-abdominal ou choque materno. [2,11,14]

A Ecografia ou a TC podem ajudar no diagnóstico diferencial. [14]

A laparotomia de emergência é frequentemente necessária tanto para o diagnóstico, como para tratamento. [11,14]

Pode ser realizada histerectomia total ou subtotal (dependendo da localização, do status hemodinâmico, do desejo de engravidar de novo e da experiência do cirurgião), sendo que a reparação uterina é possível na maioria das mulheres. [22]

Hemorragia materno-fetal

A hemorragia é a causa principal de morte evitável numa situação de trauma. [12]

Ocorre em cerca de 30% [8,11,14,15] das grávidas com trauma em relação a 8.2% de grávidas sem trauma, sendo mais comum em situações de placenta anterior. [14-15]

Deve ser feita uma abordagem rápida e especializada para reconhecer hemorragia tanto externa como interna. [12]

No caso de ocorrer hemorragia intraperitoneal, a causa mais comum é a rutura esplénica. [2]

No caso de ocorrer hemorragia retroperitoneal, a sua localização mais comum é no espaço hepatorenal (bolsa de Morisson), no recesso esplenorenal e na porção inferior da cavidade peritoneal, incluindo o fundo de saco de Douglas. [4,8,11,14,15,16]

Em primeiro lugar, deve ser conhecido o mecanismo de lesão (estimar a transferência de energia e as potenciais lesões). [12]

Em segundo lugar, deve-se dar especial atenção à alteração do estado de consciência, taquicardia, pulso irregular, taquipneia e aumento da pressão diastólica (reflete o estado de vascularização periférica, e quando aumentada pode ser um sinal de vasoconstricção compensatória). [12]

A nível de sinais do feto, pode-se manifestar por traçado de categoria II/III, anemia aguda ou mesmo morte. [11]

No entanto, o diagnóstico pode ser difícil pelas alterações anteriormente referidas no capítulo “Alterações fisiológicas na grávida”.

Uma complicação grave da hemorragia é a aloimunização materna no caso de discordância do grupo Rh, em mães Rh negativas. [14]

A ecografia identifica fluido intra-abdominal livre, que aumenta a suspeição de hemorragia intraperitoneal, sendo, este mais provável nos quadrantes esquerdos e superiores e na pélvis. [2]

A sua sensibilidade para hemorragia intraperitoneal é de 61 a 83%, e a especificidade de 94 a 100%. [4]

Relativamente ao Doppler fetal da artéria cerebral média, como já referido no capítulo “Descolamento da placenta”, pode existir um aumento na velocidade sistólica, em casos de anemia fetal grave. [4]

A tomografia computadorizada também é indicada, apesar dos riscos para o feto. [2]

A laparotomia/laparoscopia, dependente da idade gestacional, é realizada na suspeita de hemorragia intraperitoneal. [2]

Nestes casos, a abordagem é conforme o referido no capítulo “Tratamento”.

Deve ser feito um *follow up* com uma ecografia obstétrica duas semanas depois para documentação da melhoria e normalidade, avaliando a anatomia intracraniana e o crescimento fetal neste intervalo. [11]

Fraturas

São causa de grande morbidade e mortalidade materna e fetal, sendo as fraturas pélvicas e acetabulares responsáveis por 9% das mortes maternas e 35% das mortes fetais. [2]

As fraturas pélvicas podem-se associar a lesão vesical, uretral, fratura craniana fetal e hemorragia retroperitoneal, sendo o vaso mais frequentemente afectado a artéria glútea superior. Devido ao facto do espaço retroperitoneal poder acomodar até 4 litros de sangue, pode não existir sintomatologia evidente podendo o choque hipovolémico ser a única manifestação. [2,7,15]

O diagnóstico é feito pelo exame objetivo juntamente com exames imagiológicos, nomeadamente Radiografia. [2]

Segundo a American College of Obstetricians and Gynecologists, a fratura pélvica não é uma contra indicação definitiva para parto vaginal, sendo que, segundo Leggon et al (2002), o parto vaginal foi realizado com sucesso em 75% [2] das mulheres com fraturas estáveis no 3º trimestre. [2-4]

Prevenção

Ao nível da prevenção, é necessário actuar em dois eixos.

O primeiro ao nível de acções/mecanismos/processos para evitar o acidente.

O segundo ao nível da mitigação das complicações decorrentes do acidente.

Nesta revisão, aborda-se o segundo eixo, e em particular, a componente de sistemas de segurança e a sua adequação à grávida enquanto ocupante do veículo.

Caracterização do problema

O uso combinado do cinto de três apoios e do airbag é o sistema de segurança conhecido e aplicado na prática que apresenta maior benefício na redução da morbilidade e mortalidade, com a premissa de que a protecção materna é o primeiro passo para a protecção fetal. [7,9,11,15,21,23]

De acordo com National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), a combinação do airbag frontal com o cinto de três apoios reduz a probabilidade de morte em 55% em acidentes de viação graves. [6]

O uso correto do cinto, com ou sem airbag, leva a melhores resultados fetais nos acidentes de viação menos graves, não afetando os resultados nos acidentes mais graves, como visualizado nos esquemas seguintes: [24]

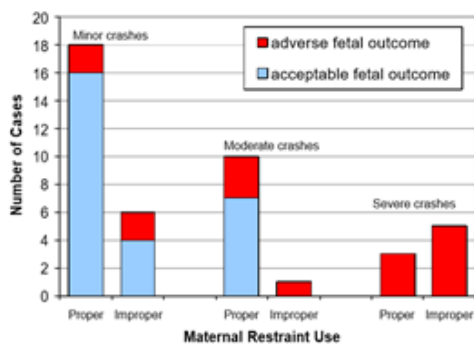


Figura 8: Distribuição do resultado fetal segundo a gravidade do acidente e a utilização dos sistemas de segurança. [24]

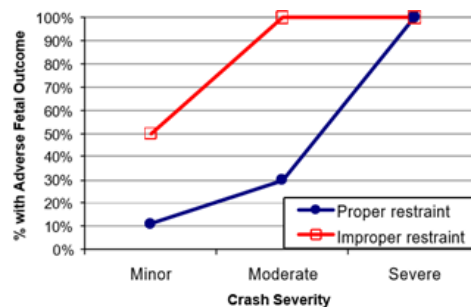


Figura 9: Percentagem de casos de resultado fetal adverso, consoante a gravidade do acidente e o uso ou não dos sistemas de segurança. [24]

De referir, que, embora os acidentes *minor* sejam os mais frequentes e onde o cinto tem maior impacto, o uso do mesmo deve ser sempre incentivado.

A forma correta de usar o cinto é posicionado inferiormente sob a porção protuberante do abdómen, ao lado do útero, entre as mamas e sobre a porção média da clavícula, como indicado na imagem seguinte. [5]



Figura 10: Uso correto do cinto de três apoios. [5]

Utilizado corretamente leva a uma diminuição da mortalidade fetal de 50 para 29%, [5] com diminuição do risco de lesão intrauterina e diminuição da mortalidade materna de 33 para 5%, [2] uma vez que protege da ejeção do carro e elimina impactos secundários no interior do mesmo. [5,6,7,21,23]

Uso incorreto do cinto

Quando colocado sobre a protuberância uterina aumenta significativamente a transmissão da pressão para o útero, aumentando a probabilidade de descolamento da placenta. [5,6,7,21,23]

Num estudo realizado por Jamjute et al (2005), foi estimado que 40-50% das grávidas usam incorretamente o cinto de segurança. [23]

Num estudo realizado no Japão, o número de mulheres que opta pelo uso dos lugares traseiros durante a gravidez aumenta de 16.7 para 23.8%. Esta opção, induzida pela ideia errada de maior segurança nos bancos traseiros, contribui para uma má utilização do cinto, uma vez que o cinto no lugar traseiro não é facilmente ajustável, podendo ficar colocado sobre o pescoço, o que

leva a mulher a afastar o cinto do corpo e conseqüentemente potencia-se um aumento das complicações. [25]

Ausência da utilização do cinto

Num estudo realizado em Hong Kong, entre Janeiro e Abril de 2015, 76.6% das mulheres usavam o cinto consistentemente antes da gravidez e o seu uso diminuiu com a gravidez. [23]

Num estudo realizado por Nakahara et al (2003), 70-80% utiliza o cinto antes da gravidez, enquanto que após as 20 semanas, esta percentagem é reduzida para metade, havendo uma notável diminuição do uso do mesmo com a progressão da gravidez. [23]

Nas grávidas que não usam cinto, há maior risco de resultados maternos e fetais adversos mesmo em acidentes ligeiros, sendo a lesão craniana materna a mais comum. [6,7,9,24]

As principais razões indicadas pelas grávidas para a não utilização do cinto são desconforto, inconveniência, esquecimento e medo de lesar o feto. [23]

A maioria dos profissionais de saúde refere que só aconselham o uso do cinto quando interrogados por parte da grávida, o que leva a um conhecimento fraco por parte desta. [23]

Apenas 14-37% das grávidas recebeu conselhos por parte dos profissionais de saúde sobre a utilização do cinto e os benefícios do mesmo e apenas 5,25% alterou o seu comportamento, passando de não utilizadoras do cinto a utilizadoras durante a gravidez. [23]

Segundo American College of Obstetricians and Gynecologists, os médicos assistentes, nas consultas pré-natais, devem informar e promover o uso de sistemas de segurança durante a gravidez, nomeadamente o cinto de segurança e ativação do airbag. [2,6,9,11,23,25,26]

Mais de 75% das grávidas que morreram, em acidentes de viação, não usavam cinto, [26] estimando-se que 192 mortes fetais/ano podem ser prevenidas com o uso correto do cinto de segurança. [21]

Cintos de segurança adaptados

A adaptação dos sistemas de segurança existentes ou a criação de sistemas próprios para a gravidez, apesar de fundamental, não tem tido grande representação em termos de estudos nem atenção da indústria automóvel bem como dos reguladores do setor, sendo uma área onde é importante investir.

Para a avaliação é necessária a criação de modelos realistas da grávida para avaliar os impactos do acidente e as alternativas de mitigação do mesmo.

Compreender como a grávida e o feto são lesados num acidente é necessário para um melhoramento do desenho de melhores sistemas de segurança. [24]

Modelos de análise

É importante compreender como se processa o acidente, tendo em conta as alterações fisiológicas e anatómicas da gravidez, uma vez que, com o aumento da idade gestacional, a protecção do feto, pelos ossos pélvicos, vai diminuindo. [27]

Nos últimos 20 anos, têm sido desenvolvidos alguns modelos para avaliar o mecanismo de lesão inerente aos acidentes de viação. [10]

Estes modelos poderão ajudar no desenvolvimento de sistemas de segurança específicos e adaptados à grávida de forma a reduzir a morbilidade e mortalidade materna e fetal. [10]

Assim, seguidamente, faz-se um breve levantamento dos principais modelos desenvolvidos.

Os conhecimentos actuais têm-se baseado em estudos com **animais** (interrompidos por razões éticas e falta de precisão anatómica), em **modelos** com descrição anatómica grosseira e simplificação geométrica levando a que sejam validados apenas para uma condição específica, não sendo representativos da variabilidade humana ou em **representações numéricas**. [10]

Os resultados obtidos não têm conseguido contribuir para que os engenheiros da indústria automóvel desenhem e incorporem soluções específicas para ocupantes de veículos na condição de grávida.

01. O primeiro modelo foi desenvolvido **por Pearlman e Viano em 1996:**

- Utilizou-se o modelo Hybrid III (modelo já existente para o estudo dos sistemas de segurança na população em geral) de uma mulher no qual introduziram um modelo de abdómen gravídico (correspondente a uma idade gestacional de 28 semanas) para avaliar a resposta fetal e materna. [28-29]
- Foram realizados 39 testes com velocidades entre 16-40km/h, utilizando ou não o cinto e airbag ou não utilizando nenhum. Foram medidos os efeitos dos sistemas de segurança na tensão abdominal, aceleração da cabeça fetal e risco de lesão craniana fetal. [28-29]
- O construtor automóvel (General Motors) utilizou este modelo em vários estudos sobre alternativas de configuração de air bag. [27]
- **Concluiu-se que, quanto maior a velocidade de impacto, maior a força transmitida ao útero e que o uso incorreto do cinto abdominal, nomeadamente a sua colocação em cima do útero (em vez de abaixo) resulta num aumento de três a quatro vezes na energia transmitida ao mesmo.** [28-29]



Figura 11: Modelo utilizado por Pearlman et al. [30]

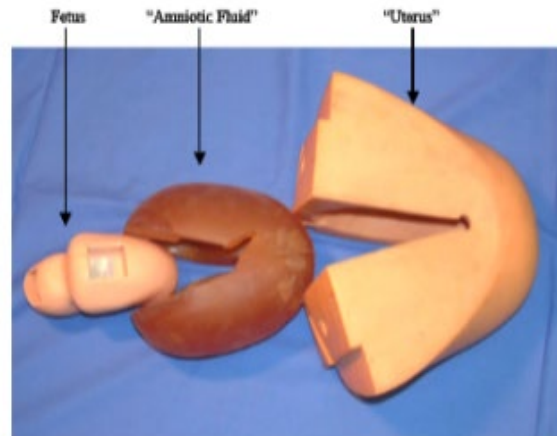


Figura 12: Modelo do feto, líquido amniótico e útero introduzido no modelo. [30]

02. Em 2001, **Rupp et al**, pela University of Michigan Transportation Research Institute, desenvolveram um modelo modificado do desenvolvido em 1996 de forma a melhorar o tamanho e forma do abdómen gravídico e implementar instrumentação para melhor quantificar o efeito da tensão abdominal e aceleração fetal na lesão e morte fetal: [27,29,31]

- O modelo representativo de uma grávida de 30 semanas foi denominado de MAMA-2B. Neste novo modelo foram utilizadas novas tecnologias que aproximam o modelo

ao corpo da grávida, nomeadamente a utilização de um útero sintético e métricas recolhidas em grávidas em trajetos de automóvel. [27,29,31]

- Foram realizados 15 impactos frontais com velocidades entre os 13-55 km/h no lugar do condutor e do passageiro e utilizando o cinto de três apoios, o cinto mais airbag ou sem nenhum sistema de segurança, para avaliar a correlação entre a pressão intrauterina anterior e o risco de resultados fetais adversos. [31]
- **Concluiu-se que o efeito combinado do uso de airbag e do cinto de três apoios foi a opção com melhor proteção tanto materna como fetal.** [29]



Figura 13: Modelo desenvolvido por Rupp et al. [30]

03. Em 2003, **Moorcroft et al**, desenvolveu um modelo computacional de elementos finitos de um útero correspondente a uma idade gestacional de 7 meses e integrado num modelo humano: [29-31]

- Foram realizados 12 impactos frontais, a velocidades entre 13 km/h e 55 km/h, sem cinto, com cinto de três apoios e cinto de três apoios mais airbag, para quantificar o stress e tensão provocada no útero pelo acidente de viação de forma a predizer o risco de lesão. O foco do estudo era a tensão intrauterina. [29-31]

- A velocidades iguais ou superiores 35 km/h, o risco de resultados fetais adversos excedem 75% nas grávidas sem cinto no lugar do condutor. [29-31]
- O pico de tensão uterina é um forte preditor de lesão fetal (a maioria devido a descolamento da placenta) com um uma tensão máxima uterina entre 33% nas grávidas com cinto no lugar do condutor com airbag para 61% nas grávidas sem sistema de segurança. [29-31]
- **Concluiu-se que o efeito combinado do uso de airbag e do cinto de três apoios foi a opção com melhor protecção tanto materna como fetal.** [30]

04. Em 2004, o construtor da marca Volvo desenvolveu um modelo em computador de uma grávida, num acidente de viação, chamado “**Linda**”, desenvolvido por Laura Thackray:[32]

- O modelo desenvolvido foi um modelo computadorizado de elementos finitos de uma grávida (a região dorsal inferior, abdómen e zona proximal das coxas são representativas de um corpo humano, com tecido *human like*, incluindo costelas, tecido mole, ossos pélvicos, útero gravídico, placenta, líquido amniótico) e um feto de 36 semanas de gestação, chamado de “Kira”. O restante modelo é semelhante ao *Hybrid III*. [32]
- **Conclui-se que, o modelo de computador permite a realização de simulações que permitem uma investigação de como a grávida e o feto são afetados pelo cinto e o airbag nos acidentes de viação, com grande detalhe, observando como se move o cinto, qual a influência do cinto, do airbag e o volante no útero, placenta e feto e como o feto se move em relação ao corpo materno, podendo vir a ser utilizado para testar novos sistemas de segurança.** [32]



Figura 14: Modelo Linda desenvolvido pela Volvo. [32]

05. Em 2005, **Duma et al**, desenvolveu um modelo computacional de elementos finitos de um útero gravídico (constituído por um útero, placenta e líquido amniótico), correspondente a 30 semanas, o qual foi introduzido no abdómen de um modelo humano feminino de percentil 5: [33]

- Neste modelo não foi incluído o feto, pela alegação que os mecanismos de lesão que contribuem para a morte fetal são independentes do feto. [33]
- Foi examinado o risco de lesão fetal em acidentes frontais, através da simulação de 17 impactos a velocidade inferior a 24 km/h (*minor*), entre 24-48 km/h (moderado) e a velocidade superior a 48km/h (*grave*), tanto na posição de condutor como na posição de passageiro e com as variáveis, sem sistema de segurança, com cinto abdominal, com cinto de três apoios, com cinto de três apoios mais airbag ou só airbag. [33]
- As primeiras 15 simulações foram desenvolvidas com as as variáveis já referidas e foi avaliado o impacto durante 100ms. [33]
- A posição do modelo foi baseada na antropometria definida por Klinch et al (1999). A distância entre o abdómen e a base inferior do volante foi 38mm. [33]
- As restantes 2 simulações avaliaram a possibilidade de lesão intracraniana fetal baseando-se, apenas, no efeito da inércia, tendo sido realizados 2 impactos, durante 100 ms, a 35 km/h e a 47 km/h. A direção foi selecionada para gerar uma carga sem interferência do volante e/ou do cinto. [33]
- A uma velocidade de 13 km/h, o risco estimado de morte fetal encontrava-se entre 32% com cinto e 44% sem cinto. A uma velocidade de 35km/h, o risco aumentou para 89% com cinto e 100% sem cinto. [33]
- O descolamento da placenta ocorre quando a tensão na parede uterina excede os 60% e o risco é maior para tensões altas que ocorrem perto da placenta, o que pode ser influenciado pela posição do cinto abdominal. As simulações demonstraram que a posição vertical do cinto aumenta o risco fetal, uma vez que quando o cinto se aproxima da localização da placenta, desenvolve-se a tensão máxima. Se o cinto for colocado abaixo da placenta, essa tensão diminui. Também é importante referir, que o mau posicionamento do cinto leva também a lesões maternas. [33]
- Em todos os impactos, a lesão materna é mais grave quando não é utilizado nenhum sistema de segurança tanto pela grávida como pelos ocupantes. [33]
- **Concluiu-se que existe uma alta probabilidade de descolamento da placenta no caso da grávida se encontrar no lugar do condutor, sem sistema de segurança e num impacto frontal, o que enaltece a importância do uso do cinto de três apoios**

Abordagem materno-fetal no acidente de viação e como prevenir as suas complicações

e o airbag. [33] Adicionalmente, verificou-se que a diferença na distância entre o abdómen e o volante no lugar do condutor ou no lugar do passageiro tem um papel importante na tensão máxima da parede uterina, sendo que a tensão medida foi 26 a 54% inferior no lugar do passageiro devido à ausência do volante. [33]

- **Recomenda-se que, quando possível, a mulher grávida deve utilizar o lugar do passageiro, colocado o mais atrás possível, com o cinto de três apoios e o airbag ligado.** [33]

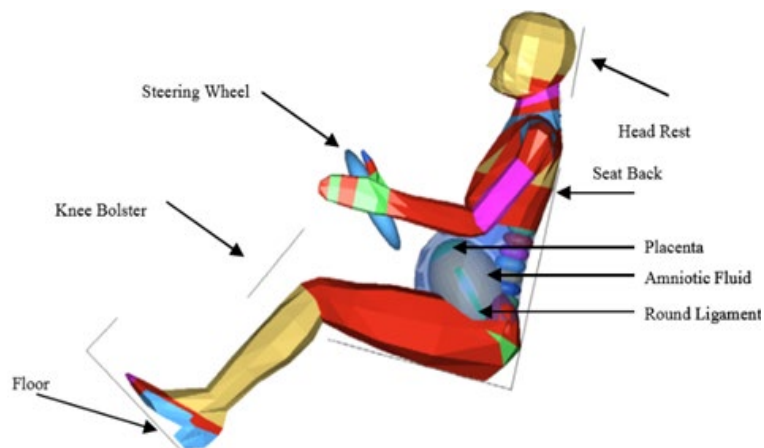


Figura 15: Modelo utilizado por Duma et al. na posição de condutor. [33]

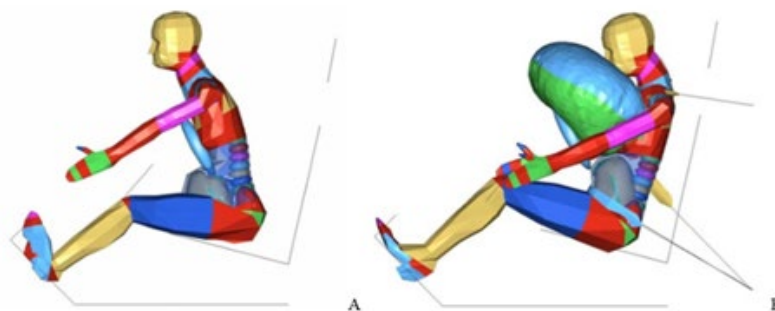


Figura 16: Modelo Duma et al. nas simulações realizadas a 35km/h com modelo na posição de condutor : na figura A sem nenhum sistema de segurança e na figura B com cinto de três apoios e airbag activado. [33]

06. Em 2008, **Delotte et al**, na Universidade de Marselha, desenvolveram um modelo utilizando cadáveres de três mulheres não grávidas (morte de causa natural) no P50 (165 cm, 60 kg) ao qual acoplaram um modelo, criado em 2006 pelos mesmo autores (Delotte

el al 2006) de um útero gravídico de termo em 3D em silicone (que é o que mais se aproxima das propriedades mecânicas do tecido muscular), onde foi colocado um outro modelo semelhante a um feto (comprimento 45 cm e peso 3 kg), na posição cefálica e o espaço entre o modelo fetal e a parede uterina foi preenchido com água para simular o líquido amniótico e introduzido na pélvis dos cadáveres das mulheres por laparotomia:^[10]

- Simularam-se três impactos frontais sucessivos a 25 km/h, de um carro em funcionamento contra um carro imobilizado, sendo que o lugar foi ajustado à posição de condução de uma grávida. ^[10]
- Observou-se, então, o comportamento do corpo durante o impacto, tendo sido identificados os dois eventos principais como possíveis causas de lesão durante o impacto frontal, sendo uma grávida de termo a condutora do veículo. ^[10]
 - Primeiro evento: pressão do cinto abdominal:
 - Nos primeiros 30 ms, o cinto pressiona o púbis quando existe uma forte desaceleração e a diferença de aceleração entre o púbis e a cabeça do feto, provoca o deslocamento da cabeça do feto anteriormente em direção ao púbis. ^[10]
 - Aos 75 ms, ocorre uma aceleração da rotação do útero e do feto em direção ao púbis. Com a carga do cinto a subir, os filmes de alta velocidade mostraram uma diminuição progressiva do deslocamento pélvico para a frente (até o ponto final), resultando num projeção frontal da parte superior do corpo. Os deslocamentos relativos, como a translação e rotação anterior ao redor do eixo púbico, podem ser a explicação das lesões vasculares. ^[10]
 - Segundo evento: Impacto do encosto:
 - É atingida a máxima pressão do cinto abdominal, que provoca uma projeção posterior de encontro ao encosto do banco. ^[10]
 - São atingidos níveis muito elevados de aceleração do feto e devido às diferenças de densidade dos materiais, pode ocorrer descolamento da placenta. ^[10]
- **Com este modelo, foi conseguida uma melhor compreensão dos mecanismos de lesão no acidente utilizando um modelo mais realístico. Dado que os modelos não foram de mulheres grávidas, a resposta da parede abdominal pode ser diferente,**

tendo os próprios autores indicado a necessidade de aprofundar a investigação.

[10]

07. Em 2014, Auriault et al desenvolveram o **modelo de elementos finitos (PROMIS)** representativo de uma grávida no percentil 50, com uma idade gestacional de 26 semanas na posição sentada, construído a partir de dois modelos: [34]

- do modelo desenvolvido por Behr et al (2003), HUMUS 2, cuja vantagem é de ter sido baseado na posição sentado e oferecendo uma configuração geométrica dos órgãos que replica um ocupante de um veículo. [34]
- do modelo de útero desenvolvido por Delotte et al (2006), que inclui a placenta e o feto, colocado na posição antevirtida que é a mais comum nos últimos meses de gravidez, introduzido no modelo anterior. [34]
- Foi desenvolvido para ajudar no design futuro de sistemas de segurança específicos para prevenir o risco de morte fetal por acidentes de viação. [34]
- De forma a avaliar a diferença na resposta abdominal entre uma grávida e uma não grávida, foi simulado um teste de impacto abdominal em barra rígida comparando a resposta numérica com os dados experimentais escalonados propostos por Rupp et al (2001). [34]
- Uma simulação adicional foi realizada nas mesmas condições mas sem o feto e realizadas as curvas de força vs deflexão do modelo com e sem o feto. [34]
- Nos primeiros 40 mm de deflexão, as curvas são semelhantes. Após este nível de deflexão, a força no modelo com o feto aumenta e a curva desvia-se dos dados experimentais escalonados, enquanto que a curva correspondente ao modelo sem feto mantém-se de acordo. À medida que aumenta a deflexão, há compressão do útero e quando, o feto está presente, ele impede o avanço da barra o que leva a aumento da força. [34]
- **Concluiu-se que, extrapolar a resposta de modelos de mulheres não grávidas para a resposta de mulheres grávidas, em altos níveis de deflexão, não é adequado uma vez que a presença do feto altera o resposta abdominal, sendo necessário o desenvolvimento de novos testes com cadáveres e modelos físicos do útero gravídico a altos níveis de deflexão para confirmar o papel do feto e obter resultados específicos para a mulher grávida.** [35]



Figura 17: Modelo PROMIS. [34]

08. Em 2016, foi publicado um novo artigo pela Universidade de Marselha, que através do uso do modelo PROMIS, tentou desenvolver novos indicadores de resultados fetais adversos, algo que já tinha sido desenvolvido também por Rupp et al (2001) e por Moorcroft et al (2003): [30-31]

- Simularam-se 8 impactos frontais a diferentes velocidades (entre 10-65 km/h), sempre com a utilização do cinto de três apoios e cada um deles foi relacionado com o respetivo risco de resultado adverso fetal (morte fetal ou complicações *major* como descolamento da placenta, rutura uterina, lesão fetal direta e parto antes das 32 semanas), baseando-se em dados de investigações realizadas em acidentes reais (Klinich et al (2008) e registados 5 parâmetros, tensão da interface útero-placenta, lesão craniana materna, lesão craniana fetal, pressão intrauterina e força cinto/abdómen. [31]
- O efeito dos diferentes parâmetros e condições iniciais foram avaliados no impacto a 40 km/h e com uso do cinto (escolhido arbitrariamente). [31]
- Foi observado que o volante só contacta com o abdómen para velocidades de impacto iguais ou superiores a 50km/h. [31] O resultado não é concordante com o encontrado por Duma et al (2005), [33] onde indicam que existe um contacto ligeiro entre os 13 e os 45km/h, mas concordante com estudo de Delotte et al (2008) [10], onde se realizaram, impactos a 20 km/h e nos quais não foram observados nenhum contacto. [31]
- **Concluiu-se que os principais indicadores de resultados fetais adversos foram a lesão craniana fetal, a pressão média na porção fetal da placenta e uma tensão superior a 25% na interface útero-placentária, indicadores estes importantes na avaliação da eficácia de novos sistemas de segurança específicos para a grávida.** [31]

Abordagem materno-fetal no acidente de viação e como prevenir as suas complicações

Através dos modelos anteriormente referidos, concluiu-se que o uso incorreto ou não uso dos sistemas de segurança, resulta num aumento do risco de lesões, tanto maternas como fetais que podem levar a complicações graves ou mesmo à morte. [29]

No entanto, os sistemas de segurança existentes, como comprovado pelos estudos realizados e pelas imagens seguintes, não são adequados à grávida o que pode levar a um maior risco de lesão. [27,29]



Figura 18: Localização do cinto abdominal às 16 semanas encontrando-se sob o fundo uterino. [27]

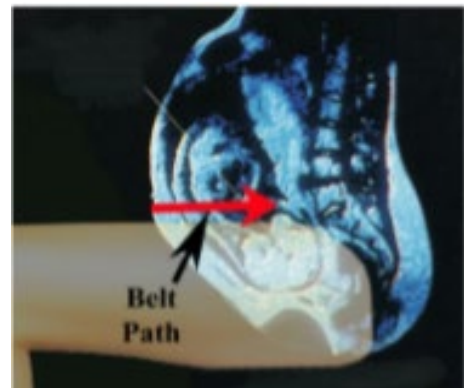


Figura 19: Localização do cinto no terceiro trimestre, cruzando o abdômen. [27]

A indústria automóvel deve ter em conta as particularidades e especificidades da grávida quando desenvolvem e testam um veículo, de modo a que os seus sistemas de segurança estejam adaptados a esta e assim prevenir as lesões. [33,39]

Protótipos de cintos de segurança adaptados à grávida

Nos últimos anos foram desenvolvidos diferentes tipos de sistemas de segurança, a usar pela grávida, de modo a distribuir de uma forma mais uniforme a força criada pelo cinto no abdómen e parte superior do tórax, tendo alguns sido patenteados nos EUA mas sem aplicabilidade prática. [27]

01. Nos testes realizados em 1971, por King et.al. e ilustrado na figura seguinte, foi desenhado um protótipo que adaptando-se a um cinto com três apoios apresentou melhores resultados na proteção do feto. [38]

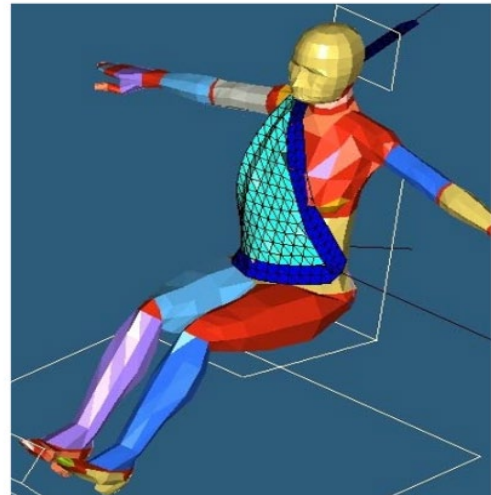


Figura 20: Modelo de King et al. [33]

02. O “**Lap Belt Pad**”, ilustrado na figura ao lado, é elevado em relação à posição desejada do cinto, isto é, o mais baixo possível no topo das pernas para ser aplicada força sobre as cristas ilíacas e não sobre o abdómen. Assim, este modelo faria o contrário, aplicando mais força abdominal. Desta forma, provou-se não ser um cinto adequado. [27]



Figura 21: Modelo **Lap Belt Pad**. [27]

03. O “**Belly Pad**”, ilustrado na figura ao lado, e para o qual não se conhecem testes científicos, não tem uma função de segurança claro. A colocação de uma “almofada” em cima do abdómen não parece acrescentar qualquer segurança adicional ao cinto de três apoios. [27]

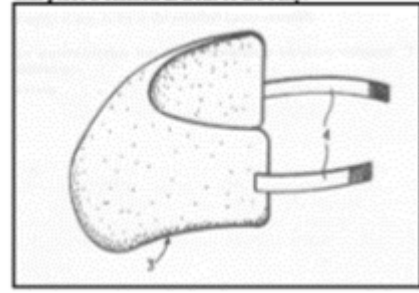


Figura 22: Modelo **Belly Pad**. [27]

04. O “**Crotch Strap**” é um sistema complementar ao cinto de segurança, demonstrado na figura ao lado. O objectivo da configuração seria permitir que o cinto abdominal fosse puxado inferiormente o suficiente para aplicar força necessária diretamente ao púbis. No entanto, esta pode provocar lesões no feto, como demonstrado na figura 25. [27]

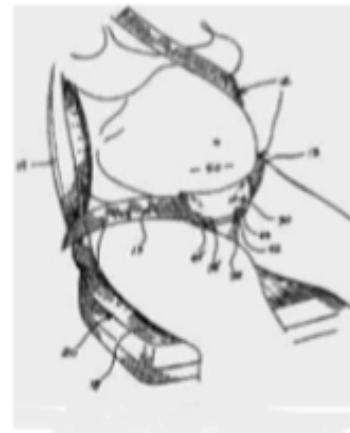


Figura 23: Modelo **Crotch Strap with Lap Belt**. [27]

A alternativa, na figura ao lado, também demonstrou potencial para lesões abdominais e, conseqüentemente, no feto.

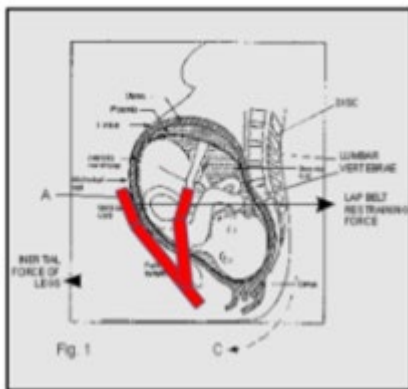


Figura 25: Local onde é aplicado o modelo “**Crotch Strap**” com potencial para lesão do feto. [27]

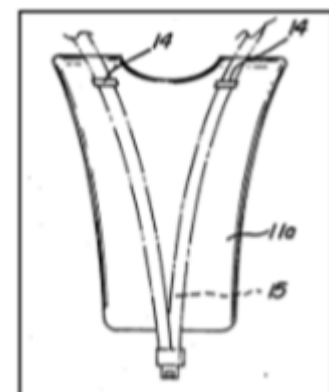


Figura 24: Modelo **Crotch Strap with Partial Shield**. [27]

05.A configuração “**Half shell**”, ilustrada na figura ao lado, segura o cinto abdominal acima do topo das pernas e cristas ilíacas, formando um tipo de “concha”. Num impacto frontal, este sistema não assegura o objetivo do cinto de segurança de aplicar cargas diretamente nas cristas ilíacas e não no próprio abdómen. A borda superior da concha seria forçada para trás na parte superior do abdómen, nas costelas inferiores e nas mamas, podendo causar lesões. Foi considerado inadequado e não se conhecem utilizações nem estudos científicos que validem esta opção na grávida. [27]

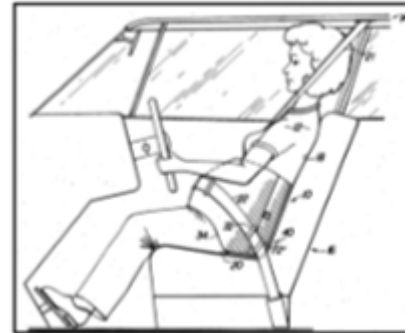


Figura 26: Modelo **Half Shell**. [27]

06.A configuração “**Full Shell**”, ilustrada na figura ao lado, sofre das mesmas limitações do protótipo anterior com a agravante que a borda semi-afiada superior pode causar lesões no pescoço. Foi considerado inadequado e não se conhecem utilizações nem estudos científicos que validem esta opção na grávida. [27]

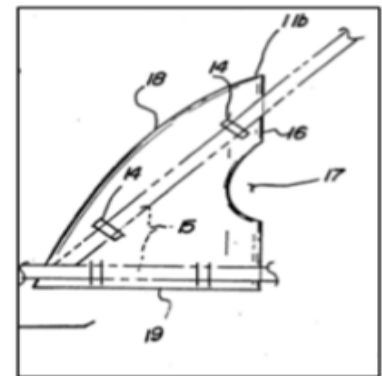


Figura 27: Modelo **Full Shell**. [27]

07.O “**Integrated Abdominal and Breast Isolation Shell**”, ilustrado na figura ao lado, isola todo o abdómen das forças do cinto de três apoios. Também protege o abdómen do impacto ou penetração de outros objetos no carro, como o volante, airbags ou painel de instrumentos. Isso é feito cobrindo toda a frente da mama, barriga e virilha com uma concha estrutural. Não são conhecidas quaisquer utilizações deste modelo. [27]



Figura 28: Modelo **Integrated Abdominal and Breast Isolation Shell**. [27]

08. Em 2011, VanArsdale, desenvolveu um sistema de proteção da gravidez em material não-metálico, com vários tamanhos, para colocar em cima do abdómen enquanto a grávida está sentada no carro e desta forma, redistribuir as forças, prevenir a intrusão do cinto e reduzir a incidência descolamento da placenta. No entanto, ainda não existem estudos de eficácia do mesmo. [29]

Dos vários protótipos indicados nenhum chegou a ser produzido para consumo.

Para os vários protótipos não foram efectuados os estudo científicos necessários para que pudessem ser considerados como opções viáveis.

Conclusão

Nesta revisão foi analisada a temática da abordagem da grávida no acidente de viação e levantadas as principais recomendações internacionais.

Os acidentes de viação são a principal causa de trauma na gravidez.

Todos os profissionais de saúde devem ter conhecimento das particularidades da gravidez de forma a realizar uma abordagem específica e apropriada à grávida, reduzindo os resultados adversos e aumentando a sobrevivência.

A questão de como prevenir a ocorrência de complicações é um tema ainda pouco desenvolvido.

Hoje em dia, a prevenção realiza-se com o uso correto do cinto de segurança e airbag ativado.

No entanto, nem todas as grávidas os utilizam por receio de lesão do feto e por desconforto, cabendo aos profissionais de saúde educar e fomentar a utilização dos mesmos e responder às dúvidas colocadas.

Foram pesquisados os vários sistemas identificados como sendo mais adaptados à grávida, no entanto, não foram colocados em prática, devido às suas limitações e à falta de investimento, sendo apenas protótipos.

Embora seja um problema importante, conclui-se que faltam estudos a nível internacional (em Portugal não há estudos conhecidos) atualizados, significativos, com maiores amostras e maior profundidade de análise, sendo que os que existem são insuficientes e não demonstraram eficácia acrescida em relação aos sistemas de segurança existentes.

É fundamental a criação de sistemas de segurança adaptados à grávida.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostava de agradecer aos meus pais, que desde cedo me motivaram a seguir com o meu sonho de ser médica e de não desistir na primeira adversidade. Por isso, eles são sem dúvida a minha grande motivação.

Em segundo lugar, gostava de agradecer ao meu irmão pelo carinho e cooperação.

Gostava de agradecer à Dra. Margarida Coiteiro pela orientação e ajuda na realização deste trabalho, uma vez que a sua ajuda foi essencial.

Gostava também de agradecer ao Dr. João Vilela Brazão, o meu pediatra desde nascença. Ele é o exemplo de profissional que gostava de ser no futuro e acima de tudo, um grande amigo.

Depois, nenhum curso se faz sozinho, sem um bom grupo de amigos com quem podemos contar nas situações tanto de felicidade como naquelas de desespero e vontade de desistir.

Bibliografia

- [1] Corsi, P.R., Rasslan, S., De Oliveira, L.B., Kronfly, F.S., Marinho, V.P. (1999) Trauma in pregnant women: Analysis of maternal and fetal mortality. *Injury International Journal of the care of the injured* 30(4):239-243. doi:10.1016/S0020-1383(98)00250-2
- [2] Mirza, F.G., Devine, P. C., Gaddipati, S. (2010) Trauma in pregnancy: A systematic approach. *American Journal of Perinatology* 27(7):579-586. doi:10.1055/s-0030-1249358
- [3] MacArthur, B., Foley, M., Gray, K., Sisley, A. (2019) Trauma in Pregnancy: A Comprehensive Approach to the Mother and Fetus. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 1-5. doi:10.1016/j.ajog.2019.01.209
- [4] Brown, S., Mozurkewich, E. (2013) Trauma During Pregnancy. *Obstetric and Gynecology Clinical North American* 40(1):47-57. doi:10.1016/j.ogc.2012.11.004
- [5] Murphy, N.J., Quinlan, J.D. (2014) Trauma in pregnancy: Assessment, management, and prevention. *American Family Physician* 90(10):717-722.
- [6] Brookfield, K.F., Gonzalez-Quintero, V.H., Davis, J.S., Schulman, C.I. (2013) Maternal death in the emergency department from trauma. *Arch Gynecology and Obstetrics* 288(3):507-512. doi:10.1007/s00404-013-2772-5
- [7] Romero, V.C., Pearlman, M. (2012) Maternal Mortality Due to Trauma. *Seminars in Perinatology* 36(1):60-67. doi:10.1053/j.semperi.2011.09.012
- [8] Chang, A.K. (2015) Pregnancy Trauma Medication. *Medscape*. 1-11. <http://emedicine.medscape.com/article/796979-medication>. (14/11/18)
- [9] Whitehead, N.S. (2013) Prenatal counseling on seat belt use and crash-related medical care. *Maternal Child Health Journal*. 17(9):1527-1532. doi:10.1007/s10995-011-0861-2
- [10] Delotte, J., Behr, M., Thollon, L, Arnoux, P., Baque, P., Bongain, A., Brunet, C. (2008) Pregnant woman and road safety: Experimental crash test with post mortem human subject. *Surg Radiol Anat*. 30(3):185-189. doi:10.1007/s00276-008-0319-4

- [11] Jain, V., Chari, R., Maslovitz, S., Farine, D. (2015) Guidelines for the Management of a Pregnant Trauma Patient - SOGC Clinical Practice Guideline. *Journal of Obstetric and Gynaecology* 37(325):553-571.
- [12] Gurney, D. (2018) Hemorrhage in the Pregnant Trauma Patient. *Journal of Emergency Nursing*. 44(5):532-534. doi:10.1016/j.jen.2018.06.003
- [13] Schwaitzberg, S.D. (2015) Trauma and Pregnancy. *Medscape*. 1-17. <https://emedicine.medscape.com/article/435224-print> (14/11/18)
- [14] Kilpatrick, S. J. (2017) Initial evaluation and management of pregnant women with major trauma. UPTODATE.
- [15] Grossman, N.B. (2004) Blunt trauma in pregnancy. *American Family Physician* 70(7).
- [16] Taylor, D. (2014) Acute Abdomen and Pregnancy (Diagnosis). *eMedicine Surg*. 1-18. <https://emedicine.medscape.com/article/195976-diagnosis>. (14/11/18)
- [17] Stuart, G.C.E., Harding, P.G.R., Davies, E.M. (1980) Blunt abdominal trauma in pregnancy. *CMA JOURNAL* 122: 901-905.
- [18] Ronsmans, C., Graham, W.J. (2006) Maternal mortality: who, when, where, and why. *Lancet* 368(9542):1189-1200. doi:10.1016/S0140-6736(06)69380-X
- [19] Mattingly, P.J. (2016) Evaluation of Fetal Death. *Medscape* 1-9. <https://emedicine.medscape.com/article/259165-print> (14/11/18)
- [20] Auriault, F., Brandt, C., Chopin, A., Gadegebeku, B., Ndiaye, A., Balzing, M.P., Thollon, L., Behr, M. (2016) Pregnant women in vehicles: Driving habits, position and risk of injury. *Accidents Analysis and Prevention* 89:57-61. doi:10.1016/j.aap.2016.01.003
- [21] Klinich, K.D.S., Flanagan, C.A.C., Rupp, J.D., Sochor, M., Schneider, L.W., Pearlman, M.D. (2008) Fetal outcome in motor-vehicle crashes: effects of crash characteristics and maternal restraint. *American Journal of Obstetric and Gynecology*. 198(4):450.e1-450.e9. doi:10.1016/j.ajog.2008.02.009

- [22] Woldeyes, W.S., Amenu, D., Segni, H. (2015) Uterine Rupture in Pregnancy following Fall from a Motorcycle: A Horrid Accident in Pregnancy—A Case Report and Review of the Literature. *Case Report Obstetric and Gynecology*. 1-3. doi:10.1155/2015/715180
- [23] Lam, W.C., To, W.W.K., Ma, E.S.K. (2016) Seatbelt use by pregnant women: A survey of knowledge and practice in Hong Kong. *Hong Kong Medical Journal*. 22(5):420-427. doi:10.12809/hkmj164853
- [24] Klinich, K. D., Schneider, L. W., Moore, J. L, Pearlman, M. M. D. (2000) Investigations of crashes involving pregnant occupants. *Annual Proceedings/Association for the Advancement of Automotive Medicine* 44: 37–56.
- [25] Hitosugi, M., Koseki, T., Kinugasa, Y., Hariya, T., Maeda, G., Motozawa, Y. (2017) Seatbelt paths of the pregnant women sitting in the rear seat of a motor vehicle. *Chinese Journal of Traumatology - English Edition* 20(6):343-346. doi:10.1016/j.cjtee.2017.06.007
- [26] Schiff, M. (2002) Motor vehicle crashes and maternal mortality in New Mexico: the significance of seat belt use. *Journal of Emergency Medicine*. 16(4):679. doi:10.1016/s0736-4679(98)80045-0
- [27] Hofferbrth, J.E. (2013) Prevention of Fetal Injury in Motor Vehicle Crashes.
- [28] Pearlman, M.D., Klinich, K.D.S., Schneider, L.W., Rupp, J., Moss, S., Ashton-Miller, J. (2000) A comprehensive program to improve safety for pregnant women and fetuses in motor vehicle crashes: A preliminary report. *American Journal of Obstetric and Gynecology*. 182(6):1554-1564. doi:10.1067/mob.2000.106850
- [29] Vladutiu, C.J., Weiss, H.B. (2012) Motor Vehicle Safety During Pregnancy. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 6(3):241-249. doi:10.1177/1559827611421304
- [30] Moorcroft, D.M. (2002) A finite element model of the pregnant female occupant: analysis of injury mechanisms and restraint systems- Master of Science in Engineering Mechanics. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.

- [31] Auriault, F., Thollon, L., Pérès, J., Behr, M. (2016) Adverse fetal outcome in road accidents: Injury mechanism study and injury criteria development in a pregnant woman finite element model. *Accidents Analysis and Prevention* 97:96-102. doi:10.1016/j.aap.2016.08.026
- [32] Thackray, L. (2004) Pregnant crash dummy helps Volvo Cars better understand car crashes involving mothers-to-be. Volvo Car Group. ID: 4982
- [33] Duma, S., Moorcroft, D., Stitzel, J., Duma, G. (2005) A computational model of the pregnant occupant: effects of restraint usage and occupant position on fetal injury risk. *National Highway Traffic Safety Administration* 1-9.
- [34] Auriault, F., Thollon, L., Peres, J., Delotte, J., Kayvantash, K., Brunet, C., Behr, M. (2014) Virtual traumatology of pregnant women: The Pregnant car Occupant Model for Impact Simulations (PROMIS). *Journal of Biomechanics* 47(1):207-213. doi:10.1016/j.jbiomech.2013.09.013
- [35] Auriault, F., Thollon, L., Peres, J., Delotte, J., Kayvantash, K., Brunet, C., Behr, M. (2013) The PROMIS model to highlight the importance of the foetus to the validation of a pregnant woman model. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. 16(sup1):182-183. doi:10.1080/10255842.2013.815868
- [36] Roberts, D., Brown, J., Medley, N., Dalziel, S.R. (2017) Antenatal corticoids for accelerarating fetal lung maturation for women at risk of preterm birth. *Cochrane Database System Review*. 3: CD004454
- [37] Katz, V., Balderston, K., DeFreest, M. (2005) Perimortem cesarean delivery: were our assumptions correct? *American Journal of Obstetric and Gynecology* 192(6):1916–1920.
- [38] King, A.I., Crosby, W.M., Stout, L.C., Eppinger, R.H. (1971) Effects of Lap Belt and Three-Point Restraints on Pregnant Baboons Subjected to Deceleration. *Stapp Car Crash Journal* 15: 68-83.
- [39] Manoogian, S. (2015) Comparison of pregnant and non-pregnant occupant crash and injury characteristics based on national crash data. *Accident Analysis and Prevention* 74: 69-76.