

## "PRESSÃO INTRA-ABDOMINAL NA PROFILAXIA": REVISÃO INTEGRATIVA

*Thiago Ruam Nascimento, Mariana Vilas Boas do Prado, Isabella Rodrigues Ribeiro, Ana Júlia Zanéla de Oliveira, Ana Clara Neri Ávila Baleeiro, Wellen Lima da Silva, Maria Eduarda Marquez Almeida*

### REVISÃO DE LITERATURA

#### RESUMO

**Objetivo:** Fornecer conhecimentos clínicos e científicos sobre hipertensão intra-abdominal e síndrome compartimental abdominal necessários à tomada de decisão e intervenção. **Métodos:** Revisão integrativa realizada na base de dados: PubMed, Cielo, Medline e Lilux. Inclui trabalhos de março de 2013 a julho de 2021. No entanto, pesquisas pediátricas, modelos animais, artigos secundários, dissertações e dissertações não estão incluídas. **Resultados:** foram encontrados 142 artigos, dos quais 20 foram selecionados para a amostra final. Os resultados foram divididos em 4 níveis: conhecimento do pessoal médico sobre pressão intra-abdominal; e enfatiza fatores de risco, diagnóstico e tratamento. **Considerações Finais:** A hipertensão abdominal é importante na terapia intensiva e pode evoluir para síndrome da doença celíaca. Estas são condições recorrentes e preditores independentes de morte. O diagnóstico precoce ajuda a prevenir muitas complicações. Aprender a diagnosticar e identificar fatores de risco é fundamental para otimizar o tratamento dessas doenças.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hipertensão Intra-Abdominal. Profilaxia.

# "INTRA-ABDOMINAL PRESSURE IN PROPHYLAXIS": INTEGRATIVE REVIEW

## ABSTRACT

**Objective:** Provide clinical and scientific knowledge about intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome necessary for decision-making and intervention. **Methods:** Integrative review carried out in the database: PubMed, Cielo, Medline and Lilux. Includes work from March 2013 to July 2021. However, pediatric research, animal models, secondary articles, dissertations, and dissertations are not included. **Results:** 142 articles were found, of which 20 were selected for the final sample. The results were divided into 4 levels: medical personnel's knowledge of intra-abdominal pressure; and emphasizes risk factors, diagnosis, and treatment. **Final Considerations:** Abdominal hypertension is important in intensive care and can evolve into celiac disease syndrome. These are recurrent conditions and independent predictors of death. Early diagnosis helps prevent many complications. Learning to diagnose and identify risk factors is essential to optimize the treatment of these diseases.

**KEYWORDS:** Intra-Abdominal. Hypertension. Prophylaxis.

**Dados da publicação:** Artigo recebido em 09 de Novembro e publicado em 19 de Dezembro de 2023.

**DOI:** <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n5p5886-5904>

**Autor correspondente:** Thiago Ruam Nascimento [thiago.ruan19@gmail.com](mailto:thiago.ruan19@gmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



## INTRODUÇÃO

O interesse pela descrição da pressão intra-abdominal (PIA) e seu manejo iniciou-se na segunda metade do século XIX. Em 1911, Emerson observou que pequenos animais com PIA aumentada artificialmente para valores entre 27 e 46 cmH<sub>2</sub>O acabavam morrendo. Então, a definição de PIA foi feita pela primeira vez em 1963, pelo fisiologista francês Etienne-Jules Marey.

Primeiras pesquisas sobre Hipertensão Intraventricular (HIA) eram de baixa qualidade e/ou limitadas pelo tipo de estudo<sup>3</sup>. Quando estudos prospectivos maiores foram disponibilizados, a comparação entre eles foi difícil devido à variação considerável no tempo de diagnóstico, definições e métodos de medição da PIA. Em resposta a essa necessidade, foi fundada em 2004 a associação Mundial da Síndrome do Compartimento Abdominal (WSACS), que criou um documento que visa padronizar as definições e valores normais da pia e orientar a prática clínica<sup>4</sup>. Em 2006, introduziu diretrizes baseadas em evidências para HIA e Síndrome do Compartimento Abdominal (SCA), com revisão subsequente em 2013.

Supõe-se que a PIA em indivíduos com peso ideal, esteja normalmente entre 0 e 5 mmHg e é considerada aumentada quando os valores estão entre 5 e 7 mmHg. Certas condições, como obesidade mórbida, tumores ovarianos, cirrose hepática com ascite e gravidez, podem causar elevação crônica de 10 a 15 mmHg, o que pode contribuir para formas crônicas de disfunção orgânica, incluindo insuficiência renal crônica em pacientes com distúrbios congestivos. doença cardíaca e obesidade ou pseudotumor cerebral em pacientes obesos.

A HIA é definida como PIA com valores  $\geq 12$  mmHg, sem distúrbios fisiológicos. Conforme a última diretriz da WSACS, é classificada em diferentes graus: grau I (12-15 mmHg), grau II (16-20 mmHg), grau III (21-25 mmHg) e grau IV ( $> 25$  mmHg)<sup>6</sup>. A HIA aguda e com valores altos (III-IV) é típica de pacientes previamente submetidos à cirurgia, enquanto a subaguda e com grau de PIA baixo a moderado (I-II) é característica de pacientes clínicos.

A SCA, termo criado em 1989 por Fiestsam<sup>10</sup>, é definida como estado patológico causado pelo aumento da PIA de forma sustentada acima de 20 mmHg (com ou sem pressão de perfusão visceral  $< 60$  mmHg), associado à disfunção ou falência de órgãos<sup>11</sup>; desenvolve-se nas situações em que HIA não é reconhecida e tratada adequadamente<sup>11</sup>. Em crianças, tem sido observada com valores menores de PIA (17 mmHg)<sup>12</sup>.

A SCA pode ser classificada como primária, secundária ou recorrente (terciária), dependendo da causa e da duração. A condição primária é caracterizada pela presença de IAH agudo ou subagudo resultante de alterações intra-abdominais (trauma, hemólise intra-abdominal, ou doenças da região abdominal e pélvica, como pancreatite e cirurgia abdominal). A secundária é caracterizada pela presença de subaguda ou crônica resultante de causas extra-abdominais como sepse ou queimaduras.

Os sintomas recorrentes voltam a ocorrer após tratamento clínico ou cirúrgico de SCA primária ou secundária. Além disso, a última atualização do WSACS introduziu o termo "síndrome multissetorial". Esta é uma condição na qual existem altas pressões compartimentais em dois ou mais compartimentos anatômicos. Nessa síndrome, o abdômen desempenha papel central e a pia elevada, que causa SCA, pode interagir com outros compartimentos e causar síndrome compartimental torácica, síndrome compartimental intracraniana e síndrome compartimental de extremidades.

Em crianças, a HIA e a SCA têm uma incidência relatada de 13% e 10%, respectivamente, com impacto semelhante no prognóstico, mas ainda são raramente diagnosticadas e pouco conhecidas pelos pediatras.

A relação matemática entre pressão e volume é a flexibilidade, estabelecida pelo recolhimento elástico, neste caso da parede abdominal e do diafragma. Por analogia com o sistema respiratório, a complacência abdominal é calculada pela variação do volume em função da pressão (VIA / PIA) e é expressa em L / mmHg. Pode ser estimada observando-se alterações na pia durante a respiração a baixa complacência abdominal é caracterizada por grandes oscilações respiratórias, o que pode ajudar a identificar pacientes com risco de desenvolver HIA ou AF.

Com conformidade normal, uma grande alteração no volume produz um ligeiro aumento na PIA; no entanto, quando o volume abdominal já está aumentado como, na HIA com graus  $\geq$  III, o mesmo volume abdominal aumentará significativamente a PIA<sup>20</sup>. Um abdômen complacente indica maior tolerância a mudanças no VIA, conforme observado em pacientes idosos com perda de recuo elástico da parede abdominal, mulheres após o parto e obesos após a perda de peso.

Teorias contemporâneas sugerem que HIA e SCA resultam de um processo fisiopatológico autoperpetuante iniciado pela lesão isquêmica no intestino, órgão muito sensível a elevações da PIA. Redução do fluxo mesentérico já pode ocorrer quando o valor da PIA se encontra em torno de 10 mmHg; PIA de 40 mmHg pode reduzir o fluxo sanguíneo na artéria celíaca em 43% e na artéria mesentérica superior em 69%<sup>24</sup>.

A HIA Comprime a veia mesentérica. Isso resulta em edema intestinal, que aumenta a pia iniciando um ciclo vicioso que leva à má circulação. Isquemia intestinal, diminuição do Ph intraperitoneal, alergias alimentares, acidose metabólica sistêmica. e as mortes aumentar significativamente. Também impede o fluxo linfático por meio de compressão direta e aumento da pressão intratorácica, resultando em piora do edema intestinal e da ascite<sup>25</sup>. A SCA, por sua vez, leva à síndrome de disfunção de múltiplos órgãos.

Os efeitos do aumento da pia na função cardiovascular incluem um efeito negativo combinado na pré-carga, pós-carga e contratilidade<sup>27</sup>. O movimento de elevação do diafragma durante a HIA leva à compressão imediata do coração, com diminuição dos volumes diastólicos finais e da complacência ventricular, causando diminuição do débito cardíaco, que termina com pressões arteriais mais baixas, contribuindo para o ciclo de má perfusão de os órgãos<sup>27</sup>. O aumento da pia também ocasiona aumento da pressão

hidrostática venosa nas extremidades inferiores, resultando em estase e edema, o que pode facilitar a trombose venosa profunda e até mesmo a síndrome compartimental.

A perfusão renal é reduzida principalmente por dois mecanismos: (i) a alteração hemodinâmica sistêmica, como baixo débito cardíaco, afeta a perfusão renal, dando início à produção de catecolaminas, angiotensina II e aldosterona, com subsequente vasoconstrição, a fim de reter sal e água para aumentar a resistência vascular sistêmica; (ii) a compactação direta no parênquima renal diminui o fluxo sanguíneo, resultando em diminuição da taxa de filtração glomerular. Clinicamente, esse efeito se demonstra pela diminuição da função renal e da produção de urina, que contribui para a retenção de líquidos e aumento da PIA. A oligúria é vista como o primeiro sinal de evolução de HIA para SCA; o agravamento da perfusão causa isquemia e desenvolve Insuficiência Renal Aguda (IRA)<sup>5</sup>.

O complexo HIA/SCA ainda subdiagnosticado. Conhecer as principais técnicas de medição da pia e identificar potenciais fatores de risco é a chave para melhorar a eficácia da diagnose e tratamento desta síndrome, reduzindo assim outras complicações orgânicas. Consequentemente, este trabalho, baseado numa revisão integrativa, tem como principal objetivo compilar os resultados obtidos no último guia WSACS sobre fatores de risco, conhecimento dos profissionais de saúde na medição da pia diagnóstico e tratamento do IAH e SCA em estado crítico. pacientes doentes.. e cirúrgico, visando o reconhecimento precoce desse conjunto de alterações. Em segundo lugar, o estudo visa fornecer informações clínicas relevantes e bases científicas para a tomada de decisões que possam apoiar o comportamento e prevenir consequências catastróficas em pacientes gravemente enfermos.

## **MÉTODO**

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura desenvolvida em seis etapas. A primeira compreendeu a identificação do tema – SCA e HIA – e a elaboração das questões de pesquisa: qual é o conhecimento dos médicos intensivistas e profissionais de saúde sobre PIA? Quais são os fatores de risco, diagnóstico e tratamento para HIA e SCA?

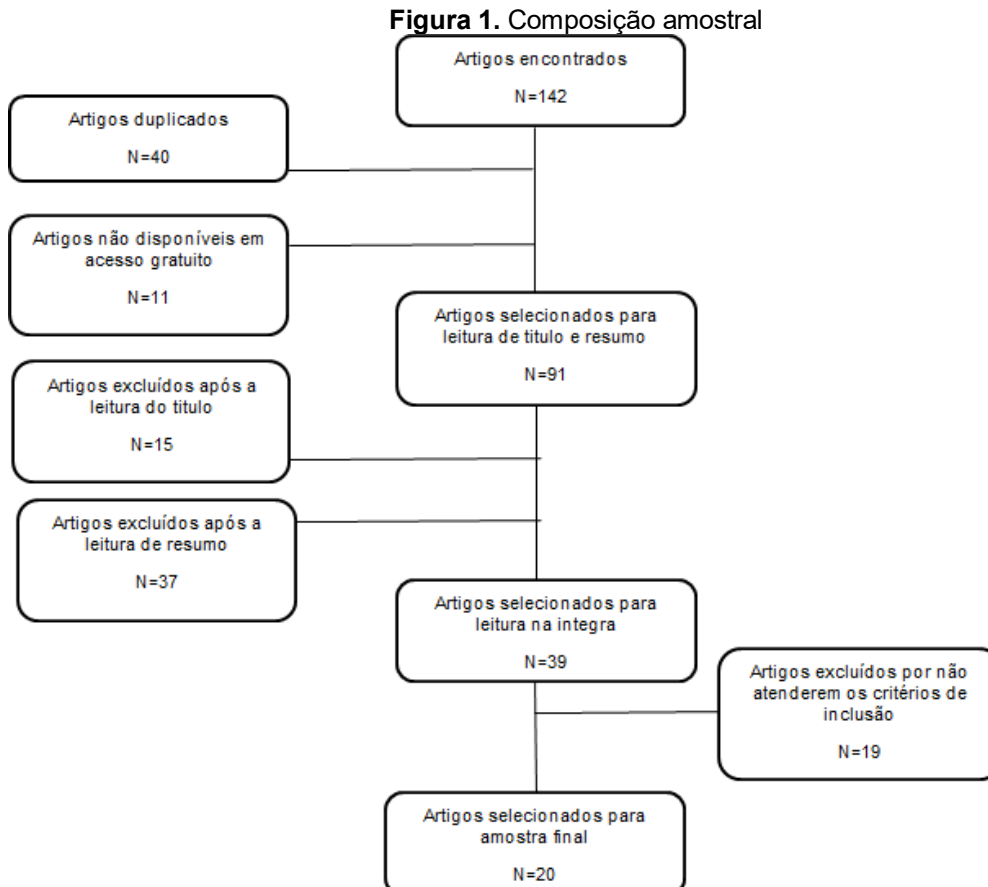
A segunda etapa consistiu na organização da amostra, tendo sido o levantamento bibliográfico realizado nas bases de dados: PubMed, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), MEDLINE e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Foi utilizado o descritor em português “hipertensão intra-abdominal” e seu correspondente em inglês, contemplado nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), e os descritores não controlados “pressão intra-abdominal” e “síndrome do compartimento abdominal”, obtidos por meio da nomenclatura observada nos artigos pesquisados durante o período de formulação do projeto de pesquisa. Foram incluídos artigos disponíveis na íntegra nos idiomas português, inglês e espanhol, que responderam à pergunta norteadora do estudo.

O recorte temporal foi de março de 2013 a julho de 2021, considerando que, em 2013, foi publicado o *guideline* da WSACS. Foram excluídas as publicações com foco em crianças e adolescentes ou que usaram modelo animal, artigos secundários, teses, dissertações e duplicados nas bases.

Os artigos foram sistematizados em forma de tabela, incluindo: ano de publicação, local de pesquisa e considerações temáticas, sendo os dados analisados descritivamente. Compreendemos detalhadamente os subtítulos e resumos e selecionamos os subtítulos e resumos que correspondiam ao assunto em estudo. Nos casos em que a leitura do resumo não foi suficiente para inclusão, o artigo foi lido na íntegra para determinação da elegibilidade. Quando o resumo era suficiente, os artigos foram selecionados e em seguida obtida a versão completa para confirmação da inclusão.

## RESULTADOS

Foram encontrados 142 artigos; destes, 40 (32,7%) estavam duplicados; 11 (9%), não disponibilizados para acesso gratuito; 15 (12,3%) foram excluídos pelo título; 37 (30,3%), após a leitura dos resumos; e 19 (15,7%), por não atenderem aos critérios estabelecidos, constituindo uma amostra final de 20 artigos. O processo de seleção das publicações está representado na Figura 1.



Houve predominância de estudos procedentes de periódicos estrangeiros (n = 18). As duas publicações nacionais foram na *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* e *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*.

Em relação ao idioma, 5% (n = 1) estavam escritos em espanhol, 10% (n = 2), em português e 85% (n = 17), em inglês. Considerando os continentes dos locais de estudo, a maioria se concentrou em centros hospitalares da Europa (n = 8, 40%); seguida da América (n = 6, 30%) – quatro estudos produzidos na América do Norte e dois na América do Sul –, Ásia (n = 3, 15%) e Oceania (n = 3, 15%). Houve predominância de estudos prospectivos observacionais (n = 15), retrospectivos (n = 1) e descritivos observacionais (n = 4).

Os resultados foram agrupados com base nas semelhanças nos temas abordados e divididos em quatro classes com base no conhecimento de médicos intensivistas e profissionais de saúde PIA (Tabela 1), **Tabela 1**. Síntese dos artigos com enfoque no conhecimento dos médicos intensivistas e profissionais da saúde sobre PIA

Ano de publicação	Características do estudo	Considerações temáticas
2015	Estudo exploratório-descriptivo	Determinar o conhecimento médico e a gestão clínica da HIA e SCA, relacionados às definições da WSACS feitas em 2006/2007 <sup>31</sup> .
	<b>Local: América do Norte</b>	
2017	Estudo exploratório-descriptivo	Determinar o estado atual de conscientização, conhecimento em relação à HIA e SCA, entre cirurgiões holandeses <sup>32</sup> .
	<b>Local: Roterdã</b>	
2017	Estudo exploratório-descriptivo	Avaliar o conhecimento dos enfermeiros que trabalham em UTI sobre diretrizes atuais da prática de HIA e SCA, e identificar barreiras no reconhecimento dessas patologias <sup>33</sup> .
	<b>Local: Austrália</b>	
2018	Estudo quantitativo, descritivo e observacional	Identificar o conhecimento dos médicos com relação à HIA e SCA, para compará-lo com a conduta estabelecida pela WSACS em 2013 <sup>2</sup> .
	<b>Local: Curitiba</b>	
2019	Estudo exploratório-descriptivo <b>Local: Europa</b>	Pesquisa internacional para determinar o impacto das definições de consenso da WSACS sobre SCA/HIA de 2013. Comparou os resultados com uma pesquisa global realizada em 2007 <sup>34</sup> .

Hipertensão Intra-Abdominal (HIA); Síndrome Compartimental Abdominal (SCA); Unidade de Terapia Intensiva (UTI); *World Society of the Abdominal Compartment Syndrome* (WSACS).

## DISCUSSÃO



A WSACS é hoje a responsável por difundir materiais sobre a importância do tema pelo mundo. As últimas atualizações das recomendações foram realizadas em 2013, versando sobre o surgimento do termo "síndrome policompartimental" e o cálculo da complacência abdominal<sup>20</sup>.

No que diz respeito ao tratamento, houve uma nova definição de abdômen aberto, classificação de duas complicações cirúrgicas que devem ser consideradas no manejo do paciente com HIA e SCA, como fixação e fístulas, e um alerta acerca de condições negligenciadas, como a lateralização da parede abdominal, fenômeno no qual a musculatura e a fáscia da parede abdominal movem-se lateralmente, se afastando da linha média, um tempo após a laparotomia descompressiva<sup>20</sup>.

O interesse em pesquisas relacionadas ao tema tem crescido a passos largos. Contudo, pesquisas recentes têm demonstrado que o conhecimento dos profissionais médicos que atuam em unidades de terapia intensiva é incompleto quanto ao tratamento clínico, reconhecimento de protocolos, diagnóstico e tratamento dessas patologias<sup>50</sup>.

### **Conhecimento médico sobre as diretrizes**

Em 2015, foi realizada uma pesquisa com médicos para determinar o conhecimento e conscientização médica relacionados às definições da WSACS de 2006/2007. A pesquisa foi enviada a 10.000 médicos, dos quais 2.244 responderam. A maioria dos entrevistados residia na América do Norte e grande parte conhecia sobre PIA/HIA/SCA, mas apenas 28% tinham conhecimento sobre as definições do consenso da WSACS para HIA/SCA<sup>31</sup>.

Em 2019, o trabalho teve como objetivo determinar o impacto das definições de consenso do WSACS de 2013 e comparar os resultados com os dados do inquérito acima mencionado. Isto incluiu 559 entrevistados, a maioria dos quais eram médicos da Europa. O percentual de quem conhecia as orientações foi maior do que na enquête de 2015. Embora este trabalho tenha um aspecto positivo em relação ao primeiro, isso não significa que tenha havido mudanças no conhecimento pois tanto o número de médicos comparados quanto os locais intervenção e os resultados dos estudos foram diferentes

No Brasil, foram entrevistados 38 médicos que atuam em um hospital universitário de Curitiba. Aproximadamente de 81,6 % responder que não mensurar a pia mas conseguiram rotular o VIS e indicar corretamente o início da SCA<sup>2</sup>. Portanto, embora a maioria dos médicos entrevistados afirma estar familiarizada com o tema seu conhecimento das definições de consenso publicadas, dos técnicos de medição e do manejo clínico ainda é insuficiente. A falta de informações sobre o tratamento do paciente e identificação dos fatores de risco pode ser explicada pelo fato de que, na maioria dos casos não existe um protocolo definido pelo serviço sobre esse assunto.

### **Fatores de risco**

As condições que desencadeiam um aumento descompensado da PIA podem ser divididas em quatro categorias: (i) diminuição da complacência da parede abdominal; (ii)

aumento do conteúdo intraluminal; (iii) acúmulo de líquido na cavidade abdominal por fístula ou extravasamento capilar; (iv) ressuscitação com fluidos<sup>24</sup>.

Segundo a última diretriz da WSACS, são consideradas fatores de risco para HIA e SCA as seguintes condições: complacência diminuída da parede abdominal, cirurgia abdominal complexa, queimaduras, posicionamento propenso (posicionamento em pronação e cabeceira do leito acima de 30°), alterações do volume intraluminal e intra-abdominal, gastroparesia, distensão gástrica, pancreatite aguda, hemoperitônio, pneumoperitônio ou coleções líquidas intraperitoneais, infecção intra-abdominal e abscessos, tumores intra-abdominais ou retroperitoneais, disfunção hepática, cirrose com ascite, diálise peritoneal, trauma associado à tríade letal (choque ou hipotensão, coagulopatia e acidose), múltiplas transfusões de sangue e alto volume de infusão de cristaloides (> 3,5 L/24h), choque séptico, disfunção pulmonar, renal e/ou hepática, íleo metabólico, síntese da aponeurose abdominal, aumento do escore *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (APACHE) II ou *Sepsis Related Organ Failure Assessment* (SOFA), reparo de hérnia incisional massiva, ventilação mecânica, pressão positiva expiratória final (PEEP) > 10, obesidade ou aumento do Índice de Massa Corporal (IMC) e peritonite<sup>6</sup>.

Reanimação de alto volume é comum em terapia intensiva. Durante o período inicial de reanimação, grandes volumes de líquidos são frequentemente administrados a pacientes gravemente enfermos com choque séptico, choque hemorrágico, queimaduras, trauma grave, transplante de fígado, pancreatite aguda e outras condições associadas à inflamação sistêmica<sup>24</sup>. Embora a reanimação com fluidos prossiga a ser essencial para o tratamento de pacientes gravemente enfermos, alguns dados sugerem que a administração de mais de 5 litros de fluido durante a fase inicial da reanimação pode ser danoso e levar ao aumento da mortalidade.

Segundo a literatura, a ressuscitação em excesso duplica o risco de desenvolver HIA, SCA e falência múltipla de órgãos em comparação com uma estratégia de ressuscitação mais conservadora<sup>24</sup>.

Indivíduos com queimaduras graves desenvolvem HIA devido à grande quantidade de volume de cristaloides que recebem nas primeiras 24 horas de internação. Em 2009, um trabalho mostrou que pacientes com queimaduras em mais de 50% da área de superfície corporal apresentam risco de desenvolver HIA e aqueles com queimaduras em mais de 70% da superfície têm risco de desenvolver SCA, especialmente se a queimadura estiver associada à inalação de fumaça<sup>52</sup>. Outros estudos com foco nos fatores de risco vieram após a última diretriz da WSCSA, como o desenvolvido em um centro de queimados em Barcelona com 25 pacientes, em que a prevalência de HIA foi alta nos pacientes com mais de 20% da área de superfície corporal<sup>35</sup>.

Outro aspecto que pode piorar o estado geral dos pacientes com queimaduras graves é a zanga que é decorrente da diminuição do débito cardíaco, que se manifesta pela diminuição do débito urinário e pela diminuição da perfusão renal devido à compressão

arterial e venosa do rins. levando ao comprometimento da função glomerular e tubular. Em 2018, foram analisados 46 pacientes com queimaduras graves. Destes, 38 evoluir para HIA e LRA foi detectada em 3.242, portanto a adaptação de novas estratégias de reanimação com volume intravascular adequado é essencial para melhorar a sobrevida, restaurar a perfusão e a função dos órgãos-alvo, pois a pia estabilizada não modifica o débito cardíaco ou a pré-carga e previne o desenvolvimento de LRA nesses pacientes.

A HIA é observada em pelo menos 50% dos pacientes com pancreatite grave. HIA e SCA podem ocorrer durante os primeiros três a cinco dias de pancreatite aguda, por isso estão sendo cada vez mais reconhecidas como um ponto de intervenção específica, pois aumentam a mortalidade nesse grupo de pacientes, em que edemas local e visceral significativos, decorrentes de inflamação pancreática e peripancreática, ascite, íleo paralítico e ressuscitação agressiva com volume são alguns dos fatores contribuintes<sup>24</sup>.

Em estudo de 2014, com 218 pacientes com pancreatite aguda em que a PIA foi medida a cada quatro horas até a alta da UTI, por método transvesical, notou-se que pacientes com HIA, na admissão tiveram 37% de mortalidade em 30 dias, em comparação com 2% em pacientes sem HIA na admissão. Trinta pacientes tinham HIA na admissão e outros seis a desenvolveram durante a internação hospitalar; a mortalidade desses grupos foi de 37% e 50%, respectivamente, demonstrando que o grau de mortalidade esteve mais presente nos pacientes que desenvolveram HIA durante a internação. Dois pacientes desenvolveram SCA e ambos faleceram dentro de 48 horas. Na maioria dos casos desse estudo, a HIA desenvolveu-se em paralelo à falência de outros órgãos; no entanto, para vários pacientes, o desenvolvimento de HIA pareceu ser o evento-sentinela antes do rápido declínio clínico.

Assim, a vigilância da PIA deve ser feita rotineiramente em pacientes com pancreatite aguda recebendo reanimação agressiva com fluidos, considerados de alta gravidade, com complicações renais, respiratórias e acúmulo de fluidos em várias áreas, conforme observado pela tomografia computadorizada<sup>24</sup>.

Fraturas da pelve podem ocasionar a síndrome do compartimento pélvico, condição resultante do aumento da pressão dentro da pelve, resultado de um hematoma secundário em expansão. Ocorre uma hipertensão pélvica caracterizada por redução do retorno venoso pélvico e dilatação ureteral, sendo o diagnóstico feito por pressão vesical elevada, devendo ser diferenciado de HIA/SCA<sup>24</sup>. As fraturas não são consideradas fatores de risco direto para HIA/SCA, mas situações de hematoma retroperitoneal causadas por elas, associadas à ressuscitação e necessidade de transfusões maciças que podem ocasionar aumento da PIA<sup>24</sup>.

Em uma análise de 455 pacientes com fraturas pélvicas, foram identificadas a presença de 44 e cinco diagnósticos de HIA e PCS, respectivamente<sup>43</sup>. Embora o estudo tenha mostrado um número pequeno de pacientes que sofrer fraturas pélvicas e desenvolvimento de HIA e SCA, acredita-se que essas doenças podem ser prevenidas nesses pacientes, sendo necessário analisar cada pessoa que chega ao pronto-socorro

como vítima de fraturas pélvicas..., com o objetivo de incorporar medidas como reanimação controlada, laparotomia profilática para evacuação de hematoma ou coleção líquida e drenagem percutânea para descompressão da pelve visando prevenir e controlar IAH/ SCA, com o objetivo de reduzir morbidade e mortalidade.

Alguns procedimentos cirúrgicos eletivos, como reconstrução da parede abdominal em pacientes com hérnia ventral maciça, foram associados a HIA ou SCA, assim como procedimentos cardíacos<sup>53</sup>.

Em estudo realizado em 2016 foram analisados pacientes submetidos a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea; 252 pessoas tiveram a pia medida antes e depois da operação. Entre eles, 90 sofriam de HIA. Além disso, foi investigada a relação entre HIA e disfunção renal pós-operatória, quantificando a lipocalina associada à gelatinase neutrofilica após a cirurgia e o risco de insuficiência renal utilizando os critérios de função renal e função renal em estágio terminal<sup>39</sup>. Em 2019, foram analisados 50 pacientes submetidos a procedimento de revascularização miocárdica, nos quais foi observada alta incidência de IAH. Neste estudo, a obesidade foi considerada um fator de risco para o desenvolvimento de HIA após cirurgia de revascularização do miocárdio, uma vez que esta doença mascara alguns sintomas do HIA. O aumento da pia nesses pacientes afetou indiretamente as funções renal e hepática, reduzindo a pressão de perfusão abdominal.

Pacientes de cirurgia cardíaca podem estar em risco de HIA por várias razões. Em primeiro lugar, a HIA pode estar relacionada ao balanço hídrico positivo e esses pacientes frequentemente recebem reanimação agressiva com fluidos na sala de cirurgia e precocemente no período pós- operatório. Em segundo, muitos deles têm débito cardíaco diminuído, o que pode levar ao aumento da pressão venosa central e edema de tecido. Em terceiro, também podem ter alto risco de desenvolver baixa pressão de perfusão renal no cenário de HIA, pois comumente apresentam instabilidade hemodinâmica durante o período perioperatório. Estudos em animais sugeriram que o grau de hemodiluição que se desenvolve após o início da circulação extracorpórea em cirurgias cardíacas pode afetar a PIA e a circulação mesentérica.

Sabe-se também que a gravidez pode estar associada a um estado de HIA crônica, existindo uma variedade de explicações que comprovam que complicações da gravidez, como pré-eclâmpsia grave e síndrome HELLP, ascite abdominal e síndrome de hiperestimulação do ovário, podem converter um estado compensado de HIA em SCA não compensado<sup>55,56</sup>.

Nos últimos anos, dois estudos correlacionaram vários fatores de risco para desenvolvimento de HIA. O primeiro foi pioneiro ao aderir às diretrizes de consenso de 2013, com 491 pacientes, buscando investigar pacientes adultos em 15 UTIs localizadas em lugares distintos do mundo, fornecendo informações sobre diversas situações, tais como: IMC, gravidade da doença, balanço hídrico, se houve ou não ventilação mecânica com PEEP maior ou igual a 7 cmH<sub>2</sub>O, se ocorreu distensão abdominal e ruídos hidroaéreos

ausentes. Foi descoberto que quase metade dos pacientes admitidos nas UTIs desenvolveu HIA; destes, dois terços já apresentavam a doença no dia da internação<sup>45</sup>.

Esses dados mostram que a mensuração rotineira da PIA em pacientes graves permite diagnóstico precoce de alterações, podendo-se atuar de forma antecipada no sentido de alertar a equipe assistente sobre a iminência de HIA e, assim, evitar aumento das taxas de morbimortalidade<sup>6</sup>.

### **Diagnóstico**

A sensibilidade do exame físico na detecção da elevação da PIA é de aproximadamente 40- 60%, valor considerado de baixa acurácia para ser útil como ferramenta diagnóstica isolada<sup>57</sup>. Mesmo nas mãos de profissionais experientes, o exame clínico exibe sensibilidade e precisão limitadas para identificar PIA elevada<sup>7</sup>. Dessa forma, o diagnóstico é um fator dependente da correta monitoração e frequência das medições, que devem ter início com a suspeita da sua elevação. Entretanto, a PIA não deve ser monitorada ao acaso, em qualquer paciente, devendo ser feita apenas em pacientes admitidos na UTI com pelo menos dois fatores de risco para HIA/SCA (os fatores de risco são coincidentes com os fatores etiológicos), associados com novas ou progressivas disfunções orgânicas. Nesses pacientes críticos, a monitoração da PIA deve estar associada à aferição dos sinais vitais, isto é, devem ser avaliados a cada quatro a seis horas, nas primeiras 24 horas de admissão<sup>5</sup>.

No estudo com 2.696 pessoas que tiveram a pia medida, divididas em três subgrupos, a pia ocorreu em 19,9 %, 20,3 % e 20,1 % dos casos respectivamente. Segundo a conclusão do estudo, a taxa de detecção de HAI não aumenta ao estender as medidas a pacientes sem fatores de risco definidos, sendo necessária a avaliação individual de cada paciente para refinar os critérios de seleção para monitoramento da PIA.

Em resumo, o monitoramento da pia é uma ferramenta segura e econômica para identificar pacientes em risco de desenvolver IAH e SCA, orientar a terapia de reanimação e ajudar a reduzir a mortalidade e a morbidade associadas. Uma vez diagnosticada uma AIS, são recomendadas medidas periódicas subsequentes para orientar as ações e avaliar as medidas tomadas.

### **Tratamento cirúrgico**

Quando o tratamento conservador falha, a intervenção cirúrgica por laparotomia descompressiva deve ser considerada para o tratamento da HIA, embora até o momento não haja diretrizes que indiquem o momento preciso da descompressão<sup>5</sup>. Alguns profissionais sugerem tratar a HIA para valores de PIA > 25 mmHg; outros, para valores menores (15-25 mmHg), alegando que a descompressão realizada com PIA menor que 25 mmHg garante melhor perfusão dos órgãos e, portanto, prevenção da SCA; alguns ainda utilizam a pressão de perfusão abdominal, calculada como pressão arterial média menos a



PIA<sup>6</sup>, como critério, visto que foi demonstrado que valores de pressão de perfusão abdominal maiores que 50 mmHg se correlacionam com melhor sobrevida<sup>14</sup>.

Dois estudos, um com 33 pacientes, em que 27 apresentavam SCA primária<sup>47</sup>, e outro com 134, no qual 76 desenvolveram HIA e 66, SCA<sup>48</sup>, mostraram que o uso da laparotomia foi eficaz na diminuição da PIA nesses pacientes<sup>47-48</sup>.

Como a HIA pode se desenvolver por uma variedade de causas, é impossível aplicar uma estratégia terapêutica padronizada para os pacientes. No entanto, os seguintes princípios são fundamentais para o manejo adequado de todos: (i) monitoração seriada da PIA; (ii) otimização da perfusão sistêmica e função orgânica em pacientes com PIA aumentada; (iii) adoção de estratégias médicas não operatórias para reduzir a PIA em pacientes com HIA/SCA; (iv) decompressão cirúrgica imediata para SCA refratária<sup>59</sup>. Além disso, profissionais de saúde devem estar cientes da alta prevalência de HIA na admissão de pacientes clínicos e cirúrgicos na UTI, sendo o reconhecimento precoce nesses casos o primeiro passo no seu gerenciamento.

## **CONCLUSÃO**

A HIA e a SCA são condições recorrentes em UTI e fatores independentes preditivos de mortalidade. Seu diagnóstico precoce é importante e previne uma série de complicações, visto que o aumento da PIA interfere de forma sistêmica na resposta orgânica.

Segundo a WSACS, lesões diretas nos órgãos abdominais, ressuscitação maciça com fluidos ou qualquer outro processo que leve ao edema intersticial na região abdominopélvica podem ser fatores estimulantes para HIA e, portanto, devem ser vistos como um gatilho para instituir o rastreamento de rotina.

Trauma, queimadura, aneurisma de aorta roto e pancreatite aguda são processos patológicos favoráveis ao desenvolvimento concomitante de HIA e SCA. Sendo a HIA reconhecida, etapas não cirúrgicas para reduzir a PIA devem ser inicialmente realizadas (revisão ventilatória, aumento da diurese, paracentese, evacuação do conteúdo intestinal intraluminal e sedação), embora o benefício clínico de tais terapias permaneça amplamente conjectural, necessitando de mais estudos sobre essa forma de tratamento.

A avaliação cirúrgica para decompressão abdominal é necessária caso o tratamento conservador falhe, sendo a laparotomia decompressiva precoce com ou sem instalação de pressão negativa a medida que evita que a SCA leve a desfechos negativos. Assim, todo o manejo do paciente crítico depende não apenas do conhecimento dos profissionais de saúde sobre o tema mas da aplicação rápida, direta e objetiva de métodos básicos de detecção e prevenção desta síndrome.

## **REFERÊNCIAS**

- Burch JM, Moore EE, Moore FA, Franciose R. The abdominal compartment syndrome. *Surg Clin North Am.* 1996;76(4):833-842.



- Von Bahten LC, Lange PAL, Alves RFF, Soares HMN, Souza TM, Von Bahten AC. Síndrome compartimental abdominal: análise do conhecimento da equipe médica de um hospital universitário de Curitiba. *Rev Col Bras Cir.* 2018;45(3):e1884.
- Khot Z, Murphy PB, Sela N, Parry NG, Vogt K, Ball IM. Incidence of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome: a systematic review. *J Intensive Care Med.* 2019;0-5.
- Blaser AR, Par P, Kitus R, Starkopf J. Risk factors for intra-abdominal hypertension in mechanically ventilated patients. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55(5):
- Padar M, Blaser AR, Talving P, Lipping E, Starkopf J. Abdominal compartment syndrome: improving outcomes with a multidisciplinary approach – a narrative review. *J Multidiscip Healthc.* 2019;12:1061-1074.
- Kirkpatrick AW, Roberts DJ, De Waele J, Jaeschke R, Malbrain MLNG, Keulenaer B, et al. Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome: updated consensus definitions and clinical practice guidelines from the World Society of the Abdominal Compartment Syndrome. *Intensive Care Med.* 2013;39(7):1190-1206. DOI: 10.1007/s00134-013-2906-z.
- Rogers WK, Garcia L. Intraabdominal hypertension, abdominal compartment syndrome, and the open abdomen. *Chest.* 2018;153(1):238-250.
- Sugrue M, Jones F, Deane SA, Bishop G, Bauman A, Hillman K. Intra-abdominal hypertension is an independent cause of postoperative renal impairment. *Arch Surg.* 1999;134(10):1082-1085. DOI:10.1001/archsurg.134.10.1082.
- Nápoles MG, Fabra MEL. Síndrome compartimental abdominal. *Rev Cuba Cir.* 2013;52(2):126-138. Available from: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23876/1/TEISIS.pdf>.
- Malbrain MLNG, Cheatham ML, Kirkpatrick A, Sugrue M, Parr M, De Waele J, et al. Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. I. Definitions. *Intensive Care Med.* 2006;32(11):1722-1732.
- Attias O, Bar-Joseph G. Abdominal compartment syndrome in children. *Pediatr Crit Care Med.* 2014;2(1):39-55.
- Carlotti APCP, Carvalho WB. Abdominal compartment syndrome: a review. *Pediatr Crit Care Med.* 2009;10(1):115-120.
- Maffongelli A, Fazzotta S, Palumbo VD, Damiano G, Buscemi S, Maione C, et al. Abdominal compartment syndrome: diagnostic evaluation and possible treatment. *Clin Ter.* 2020;171(2):e156-160.
- Napolitano LM. Intra-abdominal hypertension in the ICU: who to measure? How to prevent? *Crit Care Med.* 2019;47(4):608-609.
- Thabet FC, Ejike JC. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in pediatrics. A review. *J Crit Care.* 2017;41:275-282.
- Muturi A, Ndaguatha P, Ojuka D, Kibet A. Prevalence and predictors of intra-abdominal hypertension and compartment syndrome in surgical patients in critical care units at Kenyatta National Hospital. *BMC Emerg Med.* 2017;17(1):1-10.
- Santos JL, Pereira BMT, Dorigatti AE, Fraga GP. Perfil epidemiológico e diagnóstico da hipertensão intra-abdominal e síndrome compartimental abdominal nos pacientes da



- UTI do Hospital de Clínicas da Unicamp. Rev Trab Inicia Cient UNICAMP. 2019;(26):20396. Available from: <https://doi.org/10.20396/revpibic262018656>.
- Malbrain MLNG, Roberts DJ, De Laet I, De Waele JJ, Sugrue M, Schachtrupp A, et al. The role of abdominal compliance, the neglected parameter in critically ill patients – a consensus review of 16. Part 1: definitions and pathophysiology. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2014;46(5):392-405.
  - Malbrain MLNG, De Laet IE, De Waele JJ, Kirkpatrick AW. Intra-abdominal hypertension: definitions, monitoring, interpretation and management. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2013;27(2):249-270.
  - Christensen M, Craft J. The cardio-respiratory effects of intra-abdominal hypertension: considerations for critical care nursing practice. *Intensive Crit Care Nurs.* 2018;44:53-58.
  - Malbrain MLNG, Vidts W, Ravyts M, De Laet I, De Waele J. Acute intestinal distress syndrome: the importance of intra-abdominal pressure. *Minerva Anesthesiol.* 2008;74(11):657-673. Available from: <https://www.minervamedica.it/en/journals/minervaanesthesiologica/article.php?cod=R02Y2008N11A0657>.
  - Roberts DJ, Ball CG, Kirkpatrick AW. Increased pressure within the abdominal compartment: intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome. *Curr Opin Crit Care.* 2016;22(2):174-185.
  - Rajasurya V, Surani S. Abdominal compartment syndrome: often overlooked conditions in medical intensive care units. *World J Gastroenterol.* 2020;26(3):266-278.
  - Strang SG, Van Lieshout EMM, Breederveld RS, Van Waes OJF. A systematic review on intra-abdominal pressure in severely burned patients. *Burns.* 2014;40(1):9-16.
  - Cheatham ML. Abdominal compartment syndrome: pathophysiology and definitions. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2009;17:10.
  - De Laet I, De Waele JJ. Intra-abdominal hypertension and the effect on renal function. *Acta Clin Belg.* 2007;62(Suppl. 2):371-374.
  - Mohmand H, Goldfarb S. Renal dysfunction associated with intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome. *J Am Soc Nephrol.* 2011;22(4):615-621.
  - Yi M, Leng Y, Bai Y, Yao G, Zhu X. The evaluation of the effect of body positioning on intra-abdominal pressure measurement and the effect of intra-abdominal pressure at different body positioning on organ function and prognosis in critically ill patients. *J Crit Care.* 2012;27(2):222.e1-e6.
  - Wise R, Roberts DJ, Vandervelden S, Debergh D, De Waele JJ, De Laet I, et al. Awareness and knowledge of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome: results of an international survey. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2015;47(1):14-29.



- Strang SG, Van Lieshout EMM, Verhoeven RA, Van Waes OJF, Verhofstad MHJ. Recognition and management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome; a survey among Dutch surgeons. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2017;43(1):85-98.
- Hunt L, Frost SA, Newton PJ, Salamonson Y, Davidson PM. A survey of critical care nurses' knowledge of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. *Aust Crit Care.* 2017;30(1):21-27.
- Wise R, Rodseth R, Blaser AR, Roberts DJ, De Waele JJ, Kirkpatrick AW, et al. Awareness and knowledge of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome: results of a repeat, international, cross-sectional survey. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2019;51(3):186-199.
- Ruiz-Castilla M, Barret JP, Sanz D, Aguilera J, Serracanta J, García V, et al. Analysis of intra-abdominal hypertension in severe burned patients: the Vall d'Hebron experience. *Burns.* 2014;40(4):719-724.
- Joseph B, Zangbar B, Pandit V, Vercruyse G, Aziz H, Kulvatunyou N, et al. The conjoint effect of reduced crystalloid administration and decreased damage-control laparotomy use in the development of abdominal compartment syndrome. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;76(2):457-461.
- Aitken EL, Gough V, Jones A, MacDonald A. Observational study of intra-abdominal pressure monitoring in acute pancreatitis. *Surg (United States).* 2014;155(5):910-918.
- Mahmood I, Mahmood S, Parchani A, Kumar S, El-Menyar A, Zarour A, et al. Intra-abdominal hypertension in the current era of modern trauma resuscitation. *ANZ J Surg.* 2014;84(3):166-171.
- Mazzeffi MA, Stafford P, Wallace K, Bernstein W, Deshpande S, Odonkor P, et al. Intra-abdominal hypertension and postoperative kidney dysfunction in cardiac surgery patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016;30(6):1571-1577.
- Murphy PB, Parry NG, Sela N, Leslie K, Vogt K, Ball I. Intra-abdominal hypertension is more common than previously thought: a prospective study in a mixed medical-surgical ICU. *Crit Care Med.* 2018;46(6):958-964.
- Talizin TB, Tsuda MS, Tanita MT, Kauss IAM, Festti J, Maio Carrilho CMD, et al. Acute kidney injury and intra-abdominal hypertension in burn patients in intensive care. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2018;30(1):15-20.
- He L, Yi C, Hou Z, Hak DJ. Intraabdominal hypertension/abdominal compartment syndrome after pelvic fractures: how they occur and what can be done? *Injury.* 2019;50(4).
- Nazer R, Albarrati A, Ullah A, Alamro S, Kashour T. Intra-abdominal hypertension in obese patients undergoing coronary surgery: a prospective observational study. *Surg (United States).* 2019;166(6):1128-34.
- Reintam Blaser A, Regli A, Keulenaer B, Kimball EJ, Starkopf L, Davis WA, et al. Incidence, risk factors, and outcomes of intra-abdominal hypertension in critically ill patients – a prospective multicenter study (IROI study). *Crit Care Med.* 2019;47(4):535-542.
- Blaser AR, Sarapuu S, Tamme K, Starkopf J. Expanded measurements of intra-abdominal pressure do not increase the detection rate of intra-abdominal hypertension: a single-center observational study. *Crit Care Med.* 2014;42(2):378-386.



- De Waele JJ, Kimball E, Malbrain M, Nesbitt I, Cohen J, Kaloiani V, et al. Decompressive laparotomy for abdominal compartment syndrome. *Br J Surg*. 2016;103(6):709-715.
- Muresan M, Muresan S, Brinzaniuc K, Voidazan S, Sala D, Jimborean O, et al. How much does decompressive laparotomy reduce the mortality rate in primary abdominal compartment syndrome? *Med (United States)*. 2017;96(5).
- Meng JB, Jiao YN, Xu XJ, Lai ZZ, Zhang G, Ji CL, et al. Electro-acupuncture attenuates inflammatory responses and intraabdominal pressure in septic patients. *Med (United States)*. 2018;97(17):1-7.
- Van Damme L, De Waele JJ. Effect of decompressive laparotomy on organ function in patients with abdominal compartment syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2018;22(1):1-11.
- Obeid F, Saba A, Fath J, et al. Increases in Intra-abdominal Pressure Affect Pulmonary Compliance. *Arch Surg*. 1995;130(5):544-548.
- Malbrain MLNG, De Laet IE. Intra-abdominal hyper tension: evolving concepts. *Clin Chest Med*. 2009;30(1):45-70.
- Kirkpatrick AW, Nickerson D, Roberts DJ, Rosen MJ, McBeth PB, Petro CC, et al. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome after abdominal wall reconstruction: quaternary syndromes? *Scand J Surg*. 2017;106(2):97-106.
- Andrási TB, Buhmann V, Soós P, Juhász-Nagy A, Szabó G. Mesenteric complications after hypothermic cardiopulmonary bypass with cardiac arrest: underlying mechanisms. *Artif Organs*. 2002;26(11):943-946.
- Chun R, Kirkpatrick AW. Intra-abdominal pressure, intra-abdominal hypertension, and pregnancy: a review. *Ann Intensive Care*. 2012;2(Suppl 1):1-7.
- Al-Khan A, Shah M, Altabban M, Kaul S, Dyer KY, Alvarez M, Saber S. Measurement of intraabdominal pressure in pregnant women at term. *J Reprod Med*. 2011;56(1-2):53-57. Available from: <https://europepmc.org/article/med/21366128Hobson>.
- KG, Young KM, Ciraulo A, Palmieri TL, Greenhalgh DG. Release of abdominal compartment syndrome improves survival in patients with burn injury. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. 2002;53(6):1129-1133.
- Malbrain MLNG, Chiumello D, Pelosi P, Wilmer A, Brienza N, Malcangi V, et al. Prevalence of intra-abdominal hypertension in critically ill patients: a multicentre epidemiological study. *Intensive Care Med*. 2004;30(5):822-829.
- Cheatham ML, Malbrain MLNG, Kirkpatrick A, Sugrue M, Parr M, De Waele J, et al. Results from the international conference of experts on intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. II. Recommendations. *Intensive Care Med*. 2007;33(6):951-962.
- Lee RK. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome a comprehensive overview. *Crit Care Nurse*. 2012;32(1):19-31.
- Ball CG, Kirkpatrick AW. "Progression towards the minimum": the importance of standardizing the priming volume during the indirect measurement of intra-abdominal pressures. *Crit Care*. 2006;10(4):1-2.
- Caldas BS, Silva Ascensão AM. Protocols for diagnosis and management of intra-abdominal hypertension in intensive care units. *Rev Col Bras Cir*. 2020;47(1):1-7.



- Vogel JD, Feingold DL, Stewart DB, Turner JS, Boutros M, Chun J, et al. Clinical practice guidelines for colon volvulus and acute colonic pseudo-obstruction. *Dis Colon Rectum*.
- Saunders MD. Acute colonic pseudo-obstruction. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2007;21(4):671-687.
- Cheatham ML, De Waele JJ, De Laet I, De Keulenaer B, Widder S, Kirkpatrick AW, et al. The impact of body position on intra-abdominal pressure measurement: a multicenter analysis. *Crit Care Med*. 2009;37(7):2187-2190.
- Chionh JLL, Wei BPC, Martin JA, Opdam HI. Determining normal values for intra-abdominal pressure. *ANZ J Surg*. 2006;76(12):1106-1109.
- Regli A, Pelosi P, Malbrain MLNG. Ventilation in patients with intra-abdominal hypertension: what every critical care physician needs to know. *Ann Intensive Care*. 2019;9(1).
- Demetriades D, Salim A. Management of the open abdomen. *Surg Clin North Am*. 2014;94(1):131-153. DOI: 10.1016/j.suc.2013.10.010.
- Chiara O, Cimbanassi S, Biffi W, Leppaniemi A, Henry S, Scalea TM, et al. International consensus conference on open abdomen in trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;80(1):173-
- Coccolini F, Roberts D, Ansaloni L, Ivatury R, Gamberini E, Kluger Y, et al. The open abdomen in trauma and non-trauma patients: WSES guidelines. *World J Emerg Surg*. 2018;13(1):1-16.
- Kubiak BD, Albert SP, Gatto LA, Snyder KP, Maier KG, Vieau CJ, et al. Peritoneal negative pressure therapy prevents multiple organ injury in a chronic porcine sepsis and ischemia/reperfusion model. *Shock*.