

DOI: <https://doi.org/10.48195/sepe2025.29783>

PREVENÇÃO E MANEJO DA SÍNDROME COMPARTIMENTAL AGUDA EM FRATURAS DE OSSOS LONGOS

Tainá Toaldo Granez^{1*}; Gabriel Marcon Mognon²; Ana Carolina Moura Siqueira Santos³; Brenda Garcia Xavier⁴; Júlia Dall Agnol⁵; Leonardo Waihrich Guterres⁶.

RESUMO

A Síndrome Compartimental Aguda (SCA) representa uma emergência ortopédica grave, caracterizada pelo aumento da pressão intracompartimental que compromete a perfusão tecidual, podendo resultar em necrose muscular e lesão neurológica irreversível se não tratada de forma precoce. Entre os fatores desencadeantes, destacam-se as fraturas de ossos longos, em especial da diáfise tibial e do antebraço, além de traumas de alta energia e lesões de partes moles. A fisiopatologia mais aceita baseia-se na Teoria do Gradiente de Pressão Arteriovenosa, que explica a progressão da síndrome pela diminuição da perfusão tecidual e consequente isquemia celular (Hammerberg *et al.*, 2025). O diagnóstico clínico precoce, fundamentado na avaliação da dor intensa e desproporcional ao trauma, associado à vigilância neurovascular, é essencial, visto que sinais tardios como paralisia e ausência de pulso refletem lesões já estabelecidas e de pior prognóstico (Campagne; Birnbaumer, 2025). A prevenção envolve a manutenção do alto índice de suspeita, o posicionamento adequado do membro e a remoção de contenções externas. O manejo definitivo consiste na fasciotomia de urgência, procedimento que deve ser instituído prontamente para restaurar a perfusão e evitar sequelas irreversíveis. A fasciotomia descompressiva, preferencialmente realizada dentro das primeiras seis horas do diagnóstico, é considerada a única intervenção eficaz para restaurar a perfusão tecidual, prevenir necrose muscular e preservar a função neurológica, sendo fundamental para o prognóstico funcional do membro. Este trabalho tem como objetivo revisar a literatura acerca da prevenção e manejo da SCA em fraturas de ossos longos, destacando os principais mecanismos fisiopatológicos, fatores de risco, métodos de diagnóstico precoce e estratégias terapêuticas.

Palavras-chave: Fasciotomia; Isquemia; Perfusão tecidual.

¹Tainá Toaldo Granez – Acadêmica de Medicina na Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS – graneztaina@gmail.com. ORCID: 0009-0002-3687-6330.

²Gabriel Marcon Mognon – Acadêmico de Medicina na Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS – gabriel.mognon_99@hotmail.com. ORCID: 0009-0009-9361-2877.

³Ana Carolina Moura Siqueira Santos – Acadêmica de Medicina na Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS – anamourass9@gmail.com. ORCID: 0009-0005-9795-2722.

⁴Brenda Garcia Xavier – Acadêmica de Medicina na Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS – brendagx.sud@gmail.com. ORCID: 0009-0001-9818-1481.

⁵Júlia Dall Agnol – Acadêmica de Medicina na Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS – julia.agnol@ufn.edu.br. ORCID: 0009-0008-6029-3817.

⁶Leonardo Waihrich Guterres – Orientador, Professor do Curso de Medicina da Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS – leonardo.guterres@ufn.edu.br.

INTRODUÇÃO

A Síndrome Compartimental Aguda (SCA) constitui uma complicação potencialmente devastadora no cenário ortopédico, particularmente associada a fraturas de ossos longos. Trata-se de uma condição em que a pressão dentro de um compartimento osteomiofascial aumenta de maneira crítica, superando a pressão de perfusão capilar e levando à hipoperfusão tecidual progressiva (Chung *et al.*, 2023). Essa cascata fisiopatológica, se não identificada e revertida rapidamente, culmina em necrose muscular, neuropatia permanente, contraturas e até mesmo amputação do membro afetado.

A relevância do tema reside na gravidade de seus desfechos e na necessidade de diagnóstico precoce, uma vez que os danos podem se tornar irreversíveis em poucas horas (Pang *et al.*, 2023). A SCA é mais frequentemente observada em indivíduos jovens do sexo masculino, envolvidos em traumas de alta energia, tais como acidentes automobilísticos e fraturas expostas de ossos longos. Em crianças e idosos, embora menos frequente, sua apresentação pode ser atípica, o que dificulta ainda mais o reconhecimento precoce (Tornetta *et al.*, 2019; Azar *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a prevenção e o manejo adequado da Síndrome Compartimental Aguda constituem pilares fundamentais no atendimento ortopédico de urgência. O reconhecimento precoce de sinais clínicos sutis, aliado ao monitoramento contínuo de pacientes com fraturas de ossos longos, possibilita intervenções oportunas e melhora significativa dos desfechos funcionais. Além disso, compreender a fisiopatologia da síndrome e aplicar protocolos de vigilância clínica e cirúrgica bem estruturados são estratégias indispensáveis para reduzir complicações, morbidade e custos associados ao tratamento dessa condição.

A fasciotomia descompressiva é considerada o tratamento definitivo da Síndrome Compartimental Aguda, sendo uma intervenção cirúrgica de emergência que deve ser realizada, preferencialmente, nas primeiras horas após o diagnóstico clínico. O procedimento consiste na abertura longitudinal da fáscia dos compartimentos musculares acometidos, permitindo a descompressão imediata das estruturas e a restauração do fluxo sanguíneo. Apesar de sua eficácia, a execução exige conhecimento anatômico detalhado, habilidade técnica e rápida tomada de decisão, uma vez que atrasos significativos podem comprometer de forma irreversível a viabilidade do membro (Pang *et al.*, 2023).

Todavia, a fasciotomia não está isenta de riscos e complicações. Entre os principais, destacam-se a infecção da ferida operatória, a necessidade de múltiplas reintervenções cirúrgicas, a formação de cicatrizes extensas e a possibilidade de retrações cutâneas que

podem demandar enxertos ou retalhos reconstrutivos. Por essa razão, o procedimento deve ser conduzido por ortopedistas ou cirurgiões de trauma com experiência em cirurgia de partes moles, em ambiente hospitalar com suporte multidisciplinar. O acompanhamento pós-operatório rigoroso, incluindo curativos seriados, antibioticoprofilaxia e reabilitação fisioterápica, é indispensável para reduzir complicações e otimizar o prognóstico funcional (Pang *et al.*, 2023).

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio da análise de publicações científicas disponíveis em bases de dados indexadas, incluindo PubMed/MEDLINE, Uptodate, Scopus e SciELO, além de livros-texto de referência em ortopedia e traumatologia. Foram selecionados artigos publicados entre 2009 e 2025, em inglês e português, que abordassem especificamente a fisiopatologia, prevenção, diagnóstico e manejo da Síndrome Compartimental Aguda em fraturas de ossos longos. Os descritores utilizados, combinados entre si por operadores booleanos, foram: *acute compartment syndrome, long bone fractures, fasciotomy, orthopedic trauma e prevention*.

Foram incluídos estudos originais, revisões sistemáticas, consensos de sociedades médicas e capítulos de livros clássicos de ortopedia e cirurgia ortopédica (Rockwood and Green's Fractures in Adults, Campbell's Operative Orthopaedics e Ortopedia e Traumatologia: Princípios e Prática). Trabalhos que abordassem síndromes compartimentais crônicas, etiologias não relacionadas a fraturas ou relatos de casos isolados foram excluídos.

Além da busca nas bases de dados, procedeu-se à análise crítica dos artigos selecionados, observando a qualidade metodológica, os critérios de inclusão e exclusão empregados pelos autores, bem como a aplicabilidade clínica de seus achados. Foram priorizados estudos de maior nível de evidência, como revisões sistemáticas, metanálises e ensaios clínicos randomizados, quando disponíveis, além de diretrizes publicadas por sociedades internacionais de ortopedia e trauma.

A sistematização das informações foi realizada por meio da categorização dos dados em quatro eixos principais: fisiopatologia e fatores de risco, diagnóstico precoce, estratégias de prevenção e manejo terapêutico, com ênfase na fasciotomia descompressiva. Essa organização permitiu identificar pontos de convergência e divergência entre diferentes publicações, facilitando a elaboração de uma síntese integrativa e atualizada sobre a Síndrome Compartimental Aguda em fraturas de ossos longos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, cabe-se destacar que a Síndrome Compartimental Aguda (SCA) é uma emergência ortopédica que acomete aproximadamente 7,3 a cada 100 mil indivíduos do sexo masculino por ano, sendo mais comum entre os menores de 35 anos e naqueles com maior massa muscular. Enquanto que, a SCA no sexo feminino, é adquirida por cerca de 0,7 a cada 100 mil mulheres por ano (Torlincasi *et al.*, 2023).

O aumento da pressão compartimental pode ser causado por qualquer etiologia que aumente o volume de fluido dentro do compartimento muscular ou restringe a expansão externa do compartimento (Chung *et al.*, 2023). Diante disso, convém ressaltar que esta patologia costuma ser uma complicação originada após lesões traumáticas de alto impacto, em especial, após fraturas de ossos longos, hemorragias vasculares e esmagamento de tecidos moles. Porém, também pode ocorrer após traumas leves ou por etiologias não traumáticas (Lam *et al.*, 2023). As causas mais comuns de SCA em extremidades, relatadas na literatura, estão descritas no quadro I abaixo.

QUADRO I - Principais Causas de Síndrome Compartimental Aguda

Categoria	Causas	Observações
Traumáticas	Fraturas em ossos longos	Muito associadas aos traumas de alta energia
	Lesões por esmagamento	Exemplo: acidentes com soterramentos de terra
	Lesões por reperusão	Após isquemia aguda de extremidades
	Queimaduras	Principalmente se com grande superfície corporal queimada
	Acidentes com animais peçonhentos	Exemplo: mordidas de cobras (ação proteolítica)
Vasculares e Hematológicas	Trombose venosa profunda	Pode causar SCA devido à congestão
	Hemorragia ou hematoma	Principalmente se hemofilias e uso de

	espontâneo	anticoagulantes ou antiplaquetários
Musculares	Lesões musculares não traumáticas	Exemplos: miosites, necrose muscular espontânea e rabdomiólise
Infecciosas	Infecções de tecidos moles (celulite, miosite e fascíte)	<i>Streptococcus</i> do grupo A, <i>Staphylococcus aureus</i> resistente à meticilina e <i>Vibrio vulnificus</i> foram relatados como cepas patogênicas
Iatrogênicas	Imobilização prolongada com gessos ou talas mal posicionadas	É uma causa externa de aumento de pressão intracompartimental
	Reanimação volêmica agressiva	Exemplo: manejo de síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS)
	Extravasamento de líquido injetável	Exemplo: extravasamento de contraste hipertônico injetado em alta pressão ou outros líquidos hidrofóbicos irritantes

Fonte: Adaptação de Chung *et al.*, 2023.

No âmbito da análise das fraturas, estas são responsáveis por 75% dos casos de Síndrome Compartimental Aguda, principalmente quando têm padrão de fratura cominutiva. Além disso, tanto a redução fechada de fraturas, quanto às reduções abertas, podem aumentar a pressão compartimental, possibilitando o surgimento da SCA. Em adultos, as fraturas com maiores chances de evolução para SCA são: fraturas de diáfise da tíbia e fraturas de antebraço. Além disso, na população pediátrica existe maior risco de surgimento desta patologia, quando há fraturas supracondilares e, em idosos vítimas de trauma, a SCA é mais prevalente quando associada às fraturas de membros inferiores e ferimentos por arma de fogo (Lam *et al.*, 2023; Hammerberg *et al.*, 2025).

Em complemento, destacam-se como fatores de risco identificados para SCA: as fraturas diafisárias da tíbia e do fêmur, sobretudo quando associadas a mecanismos de alta energia, como acidentes automobilísticos, politrauma, esmagamentos, que cursam com maior grau de lesão de partes moles. (Tornetta *et al.*, 2019; Azar *et al.*, 2021). O risco é amplificado em situações de fraturas expostas, múltiplas fraturas ipsilaterais, fixação tardia ou redução inadequada, bem como em pacientes jovens, do sexo masculino, nos quais a alta pressão

intramuscular basal aumenta a suscetibilidade ao desenvolvimento da SCA (Hebert *et al.*, 2009).

Atualmente, existem múltiplas hipóteses para a fisiopatologia da Síndrome Compartimental Aguda, das quais a mais amplamente aceita é a Teoria do Gradiente de Pressão Arteriovenosa. Nessa teoria, infere-se que o aumento da pressão de um compartimento restringe a perfusão tecidual local e o gradiente de pressão arteriovenosa, devido à fáscia relativamente não distensível que envolve os músculos. Desse modo, quando a pressão venosa atinge os níveis da pressão arterial, a irrigação sanguínea ao compartimento diminui, gerando carência do suprimento das demandas metabólicas, com lise de miócitos, aumento da permeabilidade capilar e início de isquemia, a qual evolui para anóxia celular, originando danos em nervos, músculos e tecidos adjacentes (Hammerberg *et al.*, 2025).

Nessa perspectiva, a SCA pode ser classificada em síndrome compartimental iminente, na qual a pressão compartimental e tecidual estão aumentadas e a perfusão tecidual está reduzida, mas não o suficiente para causar danos musculares ou nervosos, como, por exemplo, em casos de edema regional ou Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica (SIRS). Ademais, pode ser categorizada como SCA estabelecida, quando há aumento de pressão compartimental capaz de causar isquemia (Leversedge *et al.*, 2011).

A fim de diagnosticar a Síndrome Compartimental Aguda, a medição da pressão compartimental, por meio de um manômetro ou um cateter de fenda, não é necessária, mas possibilita o esclarecimento do quadro em caso de dúvida diagnóstica. O nível normal de pressão compartimental está entre 0 e 8 mmHg. Pressões capazes de comprometer a perfusão são definidas como maiores de 30 mmHg. A pressão delta – diferença entre a pressão arterial diastólica e a pressão compartimental – menor que 30 mmHg é um importante parâmetro para definição de conduta na SCA, indicando necessidade de fasciotomia. Além disso, para definir a etiologia desta patologia é necessária a realização de investigação com exames complementares, como, por exemplo, uma radiografia para a avaliação de fraturas, o ultrassom Doppler para a visualização de trombos e oclusões e, na suspeita de Rabdomiólise, necessita-se da solicitação de creatina fosfoquinase (CPK) e função renal (Torlincasi *et al.*, 2023).

Na seara que abrange a sintomatologia da Síndrome Compartimental Aguda, descreve-se essencialmente sinais e sintomas clínicos, sendo que o achado mais confiável, devido à maior sensibilidade, para a suspeita diagnóstica é a dor intensa, progressiva, desproporcional ao trauma sofrido e exacerbada à movimentação passiva do membro. Classicamente, caracterizam-se os “5 Ps”: *pain* (dor), *paresthesia* (parestesia), *pallor*

(palidez), *pulselessness* (ausência de pulso) e *paralysis* (paralisia). A parestesia surge precocemente e reflete que há comprometimento neural inicial, enquanto a palidez, a paralisia e a ausência de pulsos são manifestações tardias, geralmente associadas a desfechos mais graves. Outro achado clínico relevante é o endurecimento do compartimento afetado, descrito como consistência dura e rígida, semelhante a tocar em uma madeira. (Campagne *et al.*, 2025).

A prevenção da Síndrome Compartimental Aguda (SCA) é fundamental, e a eficácia de cada medida se baseia em princípios fisiopatológicos diretos. O alto índice de suspeita e o monitoramento rigoroso em pacientes de risco são cruciais, porque os danos isquêmicos em nervos e músculos ocorrem rapidamente e podem se tornar irreversíveis em poucas horas (Pang *et al.*, 2023). As avaliações neurovasculares frequentes, com foco na dor, são a principal ferramenta de vigilância. O motivo é que a dor intensa e desproporcional é o sintoma mais precoce e sensível. Ela surge porque o aumento da pressão intracompartimental comprime inicialmente as terminações nervosas sensoriais e causa isquemia, gerando um sinal de alarme antes que o dano muscular extenso ocorra (Zhao *et al.*, 2022). Esperar por sinais tardios como ausência de pulso e paralisia significa que o dano vascular e neurológico já é severo e, muitas vezes, irreversível.

Outra ação de prevenção é a remoção imediata de qualquer restrição externa, como gessos e bandagens, a que é classificada como intervenção de primeira linha. A lógica por trás dessa ação está diretamente ligada à definição da SCA, que ocorre pelo aumento da pressão dentro de um compartimento de volume limitado, envolto por uma fáscia pouco elástica. Um gesso ou curativo apertado atua como uma restrição externa, diminuindo ainda mais o volume disponível para o tecido edemaciado se expandir. Ao remover essa constrição, o volume do compartimento aumenta efetivamente, o que pode diminuir a pressão interna e ser suficiente para restaurar a perfusão tecidual, evitando a progressão para uma SCA estabelecida (Levy *et al.*, 2023).

Ademais, o posicionamento adequado do membro ao nível do coração, em vez de em elevação excessiva, baseia-se em princípios hemodinâmicos. A pressão de perfusão de um compartimento é a diferença entre a pressão arterial local e a pressão dentro do compartimento. Elevar o membro muito acima do coração diminui a pressão arterial local devido à gravidade. Em um compartimento onde a pressão já está alta, essa redução na pressão de perfusão pode agravar criticamente a isquemia. Logo, manter o membro ao nível do coração é o equilíbrio ideal: ajuda a limitar o edema sem comprometer o fluxo arterial

necessário para a oxigenação dos tecidos, maximizando as chances de evitar o dano isquêmico (Heidelberg; Rupp, 2022).

Depois de retirados aqueles restritores externos da expansibilidade volumétrica (gessos, bandagens e curativos), a consulta cirúrgica deve acontecer imediatamente. Com a avaliação da Pressão Interna do Compartimento sendo maior ou igual a 30 mmHg ou se a pressão Delta (diferença da pressão diastólica com a pressão compartimental) for menor ou igual a 30 mmHg, a fasciotomia cirúrgica imediata tem indicação absoluta. Contudo, o tempo ideal para a realização do procedimento é de até 6 horas após o diagnóstico da lesão, não sendo recomendada após decorridas 36 horas do diagnóstico; um período prolongado de pressão elevada pode acometer os tecidos causando danos irreversíveis à situação (Torlincasi *et al.*, 2023).

Torlincasi, 2023, afirma também que se antes da fasciotomia já existir sinais de necrose tecidual, existe uma alta probabilidade de infecção no membro, podendo necessitar de amputação se o desbridamento não for suficiente para prevenir complicações e disseminações sistêmicas. Depois dos procedimentos serem realizados, comumente utiliza-se um enxerto de pele para fechar as incisões, ou mantém-se cuidados para fechamento em segunda instância, de forma a prevenir injúrias renais, rabdomiólise e infecções.

Destarte, o prognóstico após o tratamento de casos de síndrome compartimental corresponde não só à rapidez com que o diagnóstico foi traçado, bem como à agilidade com que o tratamento foi realizado. Fasciotomias realizadas até a sexta primeira hora de início da lesão têm chances de recuperação de 100% do membro afetado. Após essas seis primeiras horas, existem chances de lesões nervosas residuais devido à falta de oxigenação local. O autor traz que dentro das 12 primeiras horas de lesão tecidual, um terço dos pacientes já apresentam lesões desse tipo. Depois desse período, a chance de amputação se torna uma opção para diminuir possíveis complicações futuras (dor residual, contraturas, déficits neurológicos, defeitos estéticos, sepse e falência de múltiplos órgãos) (Torlincasi *et al.*, 2023).

CONCLUSÃO

Dada a emergência de alta gravidade que a síndrome compartimental representa, cuja evolução pode levar a desfechos devastadores, o trabalho visou destacar que o diagnóstico precoce, baseado na identificação de sinais clínicos, aliado à monitorização rigorosa da pressão compartimental, é fundamental para evitar danos irreversíveis ao paciente. A fasciotomia descompressiva, quando realizada nas primeiras seis horas após o diagnóstico, emerge como o tratamento definitivo, capaz de restaurar a perfusão tecidual e preservar a

funcionalidade do membro. Contudo, os desafios relacionados às complicações pós-operatórias, como infecções e necessidade de reconstruções cutâneas, reforçam a importância de uma abordagem multidisciplinar e de protocolos clínicos bem estruturados para otimizar os resultados.

Diante do exposto, a prevenção assume um papel central no manejo de pacientes com fraturas de alta energia, especialmente em populações de risco, como jovens do sexo masculino e vítimas de traumas complexos. Estratégias como a remoção imediata de restrições externas, o posicionamento adequado do membro e a vigilância contínua são medidas simples, porém cruciais, para mitigar o risco de progressão da síndrome. Assim, este trabalho reforça a relevância de pesquisas contínuas e da educação médica para aprimorar o reconhecimento precoce e o manejo eficaz dessa condição, contribuindo para a redução de complicações e a melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

REFERÊNCIAS

Azar, F. M.; Beatty, J. H.; Canale, S. T. **Campbell's Operative Orthopaedics. 14th ed. Philadelphia: Elsevier, 2021.**

Campagne, D.; Birnbaumer, D. M. **Compartment syndrome.** MSD Manual, 2025. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/professional/injuries-poisoning/fractures/compartment-syndrome?query=compartmental>>. Acesso em: 8 set. 2025.

Chung, K. C. **Pathophysiology, classification, and causes of acute extremity compartment syndrome.** Uptodate, 2023. Disponível em: <https://www.uptodate.com/contents/pathophysiology-classification-and-causes-of-acute-extremity-compartment-syndrome?search=Stracciolini%20A%2C%20Hammerberg%20EM.%20Acute%20compartment%20syndrome%20of%20the%20extremities.%20Available%20at%3A&topicRef=358&source=search_e_link#references>. Acesso em: 8 set. 2025.

Hammerberg, E. M. **Acute compartment syndrome of the extremities.** Uptodate, 2025. Disponível em: <https://www.uptodate.com/contents/acute-compartment-syndrome-of-the-extremities?search=Stracciolini%20A%2C%20Hammerberg%20EM.%20Acute%20compartment%20syndrome%20of%20the%20extremities.%20Available%20at%3A&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1>. Acesso em: 8 set. 2025.

Hebert, S.; *et al.* **Ortopedia e Traumatologia: Princípios e Prática.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Heidelberg, K.; RUPP, R. Acute Compartment Syndrome. In: CHAKRAVARTY, A. (ed.). Trauma Surgery. [S. l.]: **Springer**, 2022. p. 1-15.

Lam, D.; *et al.* Pain Control with Regional Anesthesia in Patients at Risk of Acute Compartment Syndrome: Review of the Literature and Editorial View. **Journal of Pain Research**, v. Volume 16, p. 635–648, 1 mar. 2023.

Leversedge, F. J.; *et al.* Compartment syndrome of the upper extremity. **The Journal of Hand Surgery**, v. 36, n. 3, p. 544–559, 1 mar. 2011.

Levy, A.; *et al.* Diagnosis and management of acute compartment syndrome: A systematic review. **Journal of Trauma and Acute Care Surgery**, v. 95, n. 4, p. 799-808, 2023.

Pang, W.; *et al.* Diagnosis and management of acute compartment syndrome in a high-volume trauma center. **Journal of Orthopaedic Surgery and Research**, v. 18, n. 1, p. 115, 2023.

Torlincasi, A. M.; *et al.* Acute compartment syndrome. **StatPearls Publishing**, 16 jan. 2023.

Tornetta III, P.; *et al.* Rockwood and Green's fractures in adults. 9th ed. Philadelphia: **Wolters Kluwer**, 2019.

Zhao, Y. *et al.* The role of pain assessment in early detection of acute compartment syndrome: A systematic review. **Injury**, v. 53, n. 6, p. 2005-2010, 2022.

Este trabalho de acesso aberto está licenciado sob Creative Commons - Atribuição (CC BY 4.0).