

PERFIL CLÍNICO EPIDEMIOLÓGICO DAS FRATURAS DO MEMBRO INFERIOR EM UMA ENFERMARIA DE TRAUMA PEDIÁTRICO DO RECIFE

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.796112630017>

Meyrian Luana Teles de Sousa Luz Soares

Doutora em saúde da criança e do adolescente, Hospital Otávio de Freitas, Recife/PE, Brasil

Bárbara Nogueira Duarte Brito

Graduação em Fisioterapia, Centro Universitário Maurício de Nassau, Recife/PE, Brasil

Francyele da Silva Santos

Graduação em Fisioterapia, Centro Universitário Maurício de Nassau, Recife/PE, Brasil

Pâmela Cristina Gurjão da Silva

Médica residente, Hospital Otávio de Freitas, Recife/PE, Brasil

Lucas Sued Azevedo Santos³

Médico residente, Hospital Otávio de Freitas, Recife/PE, Brasil

Tale Lucas Vieira Rolim

Médico Ortopedista, Hospital Otávio de Freitas, Recife/PE, Brasil

RESUMO: Objetivo: Descrever o perfil clínico-epidemiológico, antropométrico e terapêutico de crianças e adolescentes com fraturas de membros inferiores internados em uma enfermaria de trauma pediátrico de hospital de referência. **Métodos:** Estudo transversal, descritivo e quantitativo, realizado com 37 pacientes pediátricos com diagnóstico confirmado de fratura em membro inferior. Foram coletadas variáveis antropométricas, clínicas e sociodemográficas, além de características da fratura, mecanismo do trauma, lateralidade, tipo de tratamento, tempo de internação e intervenções fisioterapêuticas. A análise foi realizada por estatística descritiva, expressa em média, desvio-padrão e frequências absolutas e relativas. **Resultados:** A média de idade foi $9,76 \pm 3,11$ anos, com IMC médio de $19,5 \pm 5,71$ kg/m². Observou-se predominância de pacientes previamente saudáveis, com distribuição

semelhante entre zona urbana e rural. As fraturas mais frequentes ocorreram em fêmur/patela (37,8%) e tibia/fíbula (35,1%). O mecanismo traumático predominante foi de baixa energia (56,8%), com maior acometimento do lado direito (59,5%). A maioria dos pacientes foi submetida a tratamento cirúrgico (97,3%), com tempo médio de internação de $10,5 \pm 6,03$ dias. Intervenções fisioterapêuticas precoces foram amplamente empregadas, sendo observada preservação de articulações livres em 89,2% dos casos. **Considerações finais:** Fraturas de membros inferiores em pacientes pediátricos ocorreram predominantemente em indivíduos previamente saudáveis e associaram-se majoritariamente a traumas de baixa energia, com elevada frequência de abordagem cirúrgica em centro terciário. A atuação fisioterapêutica precoce demonstrou associação com preservação funcional articular, destacando a importância da abordagem multiprofissional integrada no manejo dessas lesões.

PALAVRAS-CHAVES: Fratura; Lesões; Perfil; Epidemiologia; Saúde da criança

CLINICAL AND EPIDEMIOLOGICAL PROFILE OF LOWER LIMB FRACTURES IN A PEDIATRIC TRAUMA WARD IN RECIFE

ABSTRACT: Objective: To describe the clinical-epidemiological, anthropometric, and therapeutic profile of children and adolescents with lower limb fractures admitted to a pediatric trauma ward of a referral hospital. **Methods:** This was a cross-sectional, descriptive, and quantitative study conducted with 37 pediatric patients with a confirmed diagnosis of lower limb fracture. Anthropometric, clinical, and sociodemographic variables were collected, in addition to fracture characteristics, trauma mechanism, laterality, type of treatment, length of stay, and physiotherapy interventions. The analysis was performed using descriptive statistics, expressed as mean, standard deviation, and absolute and relative frequencies. **Results:** The mean age was 9.76 ± 3.11 years, with a mean BMI of 19.5 ± 5.71 kg/m². A predominance of previously healthy patients was observed, with a similar distribution between urban and rural areas. The most frequent fractures occurred in the femur/patella (37.8%) and tibia/fibula (35.1%). The predominant traumatic mechanism was low-energy (56.8%), with greater involvement of the right side (59.5%). Most patients underwent surgical treatment (97.3%), with a mean length of stay of 10.5 ± 6.03 days. Early physiotherapy interventions were widely employed, with preservation of free joints observed in 89.2% of cases. **Final consideration:** Lower limb fractures in pediatric patients occurred predominantly in previously healthy individuals and were mainly associated with low-energy trauma, with a high frequency of surgical intervention in a tertiary center. Early physiotherapy intervention demonstrated an

association with joint functional preservation, highlighting the importance of an integrated multidisciplinary approach in the management of these injuries.

KEYWORDS: Fracture; Injuries; Profile; Epidemiology; Child health

INTRODUÇÃO

As fraturas dos ossos da perna em Pediatria, especialmente aquelas que acometem a tíbia e a fíbula, representam um relevante problema de saúde pública devido à sua frequência e ao potencial impacto no crescimento e no desenvolvimento musculoesquelético. Em crianças e adolescentes, essas lesões apresentam particularidades anatômicas e fisiológicas que as diferenciam das fraturas em adultos, como a presença das cartilagens de crescimento, maior elasticidade óssea e elevada capacidade de remodelação. Tais características influenciam tanto o padrão das fraturas quanto as decisões terapêuticas, exigindo abordagem específica e individualizada.

Do ponto de vista epidemiológico, as fraturas da perna figuram entre as lesões ortopédicas mais comuns na população pediátrica, com maior incidência em meninos e em faixas etárias correspondentes à infância tardia e adolescência. A literatura aponta que a tíbia é um dos ossos longos mais frequentemente fraturados em crianças, em virtude de sua localização subcutânea e de sua participação direta na sustentação do peso corporal. A ocorrência dessas fraturas tende a aumentar com a idade, acompanhando maior exposição a atividades esportivas e recreativas de maior impacto.

A etiologia das fraturas dos ossos da perna em Pediatria é variada e, em geral, relacionada a mecanismos traumáticos de baixa a moderada energia. Quedas da própria altura, acidentes durante atividades esportivas, brincadeiras e colisões são causas frequentes, enquanto traumas de alta energia, como acidentes automobilísticos, são menos comuns, porém associados a lesões mais complexas. Em crianças menores, mecanismos indiretos, como torções, podem resultar em fraturas incompletas ou em “galho verde”, enquanto em adolescentes são mais observadas fraturas completas e desviadas.

As abordagens cirúrgicas para o tratamento dessas fraturas dependem de fatores como idade da criança, tipo e localização da fratura, grau de desvio e estabilidade, além do envolvimento da cartilagem de crescimento. Embora o tratamento conservador seja amplamente utilizado, a indicação cirúrgica torna-se necessária em casos de fraturas instáveis, expostas, associadas a lesões vasculo-nervosas ou quando não é possível manter alinhamento adequado com métodos não operatórios. Entre as técnicas cirúrgicas mais empregadas destacam-se a fixação

com hastes intramedulares flexíveis, placas e parafusos, e, em situações específicas, o uso de fixadores externos.

O tratamento fisioterapêutico constitui etapa fundamental no manejo das fraturas dos ossos da perna em crianças, tanto nos casos tratados de forma conservadora quanto cirúrgica. A fisioterapia tem como objetivos principais a prevenção de complicações secundárias à imobilização, a recuperação da amplitude de movimento, o fortalecimento muscular, o restabelecimento do padrão de marcha e o retorno seguro às atividades funcionais compatíveis com a idade. A abordagem deve respeitar o estágio de consolidação óssea, o nível de dor e as particularidades do desenvolvimento infantil.

Além disso, a reabilitação fisioterapêutica em Pediatria deve considerar aspectos psicossociais, uma vez que a criança pode apresentar medo do movimento, insegurança e dependência funcional após o período de imobilização. Estratégias lúdicas, educativas e progressivas favorecem a adesão ao tratamento e contribuem para melhores desfechos funcionais. Dessa forma, o manejo das fraturas dos ossos da perna em Pediatria deve ser multiprofissional, integrando avaliação ortopédica criteriosa e intervenção fisioterapêutica baseada em evidências, visando não apenas a consolidação óssea, mas também o pleno desenvolvimento funcional da criança. Este estudo teve como objetivo descrever o perfil clínico-epidemiológico das fraturas dos membros inferiores em uma enfermaria de trauma pediátrico do Recife.

MÉTODO

Foi realizado um estudo quantitativo, do tipo transversal descritivo, na Enfermária de trauma pediátrico do Hospital Otávio de Freitas, após aprovação do Comitê de ética e pesquisa do referido Hospital, com o CAAE nº 86896425.0.0000.5200, vinculado ao projeto guarda-chuva “PERFIL CLÍNICO-EPIDEMIOLÓGICO DE ANÁLISE DOS DEFECHOS DOR E FUNCIONALIDADE EM LESÕES DOS MEMBROS SUPERIORES E INFERIORES EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES EM UM HOSPITAL DE REFERÊNCIA DO RECIFE”.

A amostra foi composta por crianças e adolescentes, de 5 a 17 anos, de ambos os sexos, internadas no local supracitado. Como critérios de elegibilidade, foram incluídos aqueles indivíduos com diagnóstico médico de fratura em membro inferior confirmada através do exame complementar e excluídos aqueles com déficit cognitivo, verificado através do Mini exame do estado mental, que não permita atender aos comandos solicitados, bem como presença de outra morbidade ortopédica e episódios prévios de refratura no mesmo segmento acometido.

Os pacientes foram identificados através de busca ativa inicial no prontuário eletrônico, físico ou lista de admissão do Hospital Otávio de Freitas, de acordo com

os diagnóstico médico na triagem. Os responsáveis foram abordados e apresentados ao Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE), em duas vias de igual teor, ficando uma em posse dos responsáveis e outra em posse do pesquisador.

Após a assinatura do termo de concordância, as crianças e/ou adolescentes foram abordadas antes da definição da conduta médica e submetidas a uma avaliação fisioterapêutica prévia, através da ficha de coleta de dados elaborada pelos pesquisadores, para aquisição de dados antropométricos e sóciodemográficos, bem como informações clínicas como mobilidade articular do segmento afetado e grau de força no membro superior ipsilateral a lesão. A verificação da presença de dor será realizada através da Escala visual analógica (EVA), inclusa na ficha de coleta de dados inicial e sendo utilizada durante todo momento de aquisição de dados.

Quando realizaram algum tipo de intervenção cirúrgica, as crianças e/ou adolescentes, junto aos seus responsáveis, foram abordados no pós operatório imediato, para coleta de dados referentes ao procedimento cirúrgico, sintomatologia, presença de efeitos adversos e orientações a cerca da prevenção de comorbidades associadas. Uma nova abordagem foi realizada no primeiro dia de pós operatório, para avaliação da mobilidade articular, grau de força, funcionalidade e orientações para o pós alta hospitalar.

A coleta de dados foi interrompida quando foi identificada a presença de quaisquer efeitos adversos e/ou presença de complicações associadas a lesão inicial ou ao procedimento cirúrgico, sendo repassada imediatamente ao médico responsável. Os dados foram expostos em tabelas e gráficos do Microsoft Excel 2010 e posteriormente analisados.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram avaliados 37 indivíduos, que apresentavam a média de idade 9,76 ($\pm 3,11$) anos, com média de peso 42,3 ($\pm 19,4$) Kg, média de altura 1,44 ($\pm 0,17$) metros e índice de massa corpórea 19,5 ($\pm 5,71$) Kg/m². Observa-se ampla variabilidade antropométrica, refletindo heterogeneidade maturacional típica da população pediátrica e indicando necessidade de abordagem terapêutica individualizada, conforme exposto na **Tabela 1**.

Variável	Média $\pm$ DP	Mediana	Mín-Máx
Idade (anos)	9,76 $\pm$ 3,11	11	2–13
Peso (kg)	42,3 $\pm$ 19,4	38	12–85
Altura (m)	1,44 $\pm$ 0,17	1,42	1,00–1,70
IMC	19,5 $\pm$ 5,71	19,5	10,6–32,4

Tabela 1. Dados antropométricos da amostra na enfermaria de trauma pediátrico

Fonte: Dados dos autores

Em relação ao perfil clínico e sócio-demográfico, 51,4% era residente na região metropolitana, com 86,5% não apresentando nenhuma comorbidade prévia ao internamento e 78,4% sem antecedentes pessoais e/ou familiares. A distribuição geográfica equilibrada sugere que o trauma pediátrico ocorre independentemente do contexto urbano ou rural. A baixa prevalência de comorbidades confirma perfil de crianças previamente saudáveis, conforme exposto na **Tabela 2**.

Variável	Categoria	n	%
Residência	Urbana	19	51,4
	Rural	18	48,6
Comorbidades	Sim	5	13,5
	Não	32	86,5
Antecedentes	Sim	8	21,6
	Não	29	78,4

Tabela 2. Dados clínicos e sócio-demográficos da amostra na enfermaria de trauma pediátrico

Fonte: Dados dos autores

A **Tabela 3** mostra a categorização entre os principais segmentos afetados, o mecanismo do trauma e o dimídio corporal afetado. 37,8% corresponderam a fraturas de fêmur e patela, seguidos de 35,1% com fraturas em ossos da perna. 56,8% corresponderam a traumatismos de baixa energia (inerente a população pediátrica), sendo o lado direito o mais afetado em 59,5%. Fraturas de ossos longos predominam, compatível com padrões epidemiológicos pediátricos. A maior frequência de traumas de baixa energia sugere mecanismos domésticos e recreacionais.

Variável	Categoria	n	%
Local	Fêmur/patela	14	37,8
	Tíbia/fíbula	13	35,1
	Tornozelo	5	13,5
	Pé	5	13,5
Mecanismo	Alta energia	16	43,2
	Baixa energia	21	56,8
Lateralidade	Direita	22	59,5
	Esquerda	14	37,8
	Bilateral	1	2,7

Tabela 3. Caracterização do segmento, mecanismo do trauma e lateralidade da amostra na enfermaria de trauma pediátrico

Fonte: Dados dos autores

A **Tabela 4** mostra a caracterização entre o tipo de tratamento utilizado (conservador e/ou cirúrgico), bem como o tempo médio de internamento (Tal período sofre influência direta do mecanismo do trauma, das complicações associadas, bem como das condições clínicas individuais de cada indivíduo. Na amostra, 97,3% foram submetidos a tratamento cirúrgico, bem como apresentaram tempo médio de internamento de $10,5 (\pm 6,03)$ dias. A predominância de tratamento cirúrgico indica perfil de casos moderados a graves, típico de centros de referência, enquanto o tempo de internação sugere boa eficiência assistencial.

Variável	Resultado
Tratamento cirúrgico	97,3%
Tratamento conservador	2,7%
Tempo médio de internamento	$10,5 \pm 6,03$ dias
Mediana do internamento	9 dias

Tabela 4. Tipo de tratamento utilizado e tempo de internamento na amostra na enfermaria de trauma pediátrico

Fonte: Dados dos autores

Os achados deste estudo evidenciaram que a média etária de 9,76 anos ($\pm 3,11$) e a ampla variabilidade antropométrica observada refletem o perfil típico da população pediátrica traumatizada, caracterizada por diferenças significativas de maturação biológica e desenvolvimento musculoesquelético. Estudos epidemiológicos internacionais demonstram que a incidência de fraturas em ossos longos apresenta pico entre a infância tardia e a pré-adolescência, período em que ocorre maior exposição a atividades recreativas e esportivas, além de aumento da densidade mineral óssea associado ao crescimento longitudinal acelerado. Esses fatores justificam a heterogeneidade das variáveis antropométricas identificadas, reforçando a necessidade de abordagem terapêutica individualizada.

No que se refere ao perfil sócio demográfico, a distribuição equilibrada entre residentes de zonas urbanas e rurais sugere que a ocorrência de fraturas pediátricas está mais relacionada ao comportamento e ao nível de atividade física do que a fatores ambientais isolados. A baixa prevalência de comorbidades (13,5%) e antecedentes clínicos (21,6%) corrobora evidências de que a maioria das fraturas nessa população ocorre em indivíduos previamente saudáveis, sendo predominantemente decorrentes de eventos traumáticos agudos e não de doenças osteometabólicas ou condições sistêmicas predisponentes. Tal característica é amplamente descrita na literatura ortopédica pediátrica, que destaca a natureza essencialmente traumática dessas lesões.

Em relação ao padrão anatômico das fraturas, observou-se predominância de acometimento do fêmur/patela (37,8%) e tibia/fíbula (35,1%), confirmando o predomínio de fraturas em ossos longos. A literatura descreve a tibia como um dos ossos mais frequentemente fraturados em crianças devido à sua localização subcutânea e papel biomecânico na sustentação de carga axial, enquanto o fêmur apresenta elevada incidência em traumas de maior magnitude energética. Esse padrão reforça a coerência epidemiológica dos dados obtidos, demonstrando alinhamento com séries clínicas previamente publicadas.

O predomínio de traumatismos de baixa energia (56,8%) é consistente com o perfil etiológico esperado na faixa etária pediátrica, na qual quedas da própria altura, brincadeiras e atividades esportivas representam as principais causas de fraturas. Estudos multicêntricos demonstram que, embora traumas de alta energia estejam associados a maior gravidade e risco de complicações, a maioria das lesões ortopédicas infantis ocorre em contextos domésticos ou recreacionais. A predominância de acometimento do lado direito (59,5%) pode ser explicada pela dominância lateral motora, fator frequentemente associado a maior exposição do membro dominante durante atividades funcionais.

A taxa de tratamento cirúrgico observada (97,3%) foi substancialmente elevada quando comparada a séries populacionais gerais, nas quais o manejo conservador ainda representa parcela significativa das condutas. Entretanto, esse achado é justificável pelo caráter terciário do serviço avaliado, referência em trauma pediátrico, o que naturalmente concentra casos mais complexos e instáveis. Evidências indicam que a indicação cirúrgica em crianças está associada principalmente a fraturas desviadas, instáveis ou com risco de comprometimento da cartilagem de crescimento, situações que demandam estabilização mecânica adequada para evitar sequelas funcionais.

O tempo médio de internamento de 10,5 dias ($\pm 6,03$) mostrou-se compatível com valores descritos na literatura hospitalar para fraturas de membros inferiores tratadas cirurgicamente. A duração da hospitalização é influenciada por múltiplos fatores, incluindo gravidade da lesão, técnica cirúrgica empregada, presença de complicações e resposta funcional inicial. Nesse contexto, o período observado sugere adequada eficiência assistencial e organização do fluxo terapêutico institucional.

No âmbito da reabilitação, a predominância de intervenções fisioterapêuticas precoces baseadas em posicionamento e mobilização passiva, tanto no pré quanto no pós-operatório, está alinhada às recomendações atuais de reabilitação ortopédica pediátrica. A mobilização precoce tem sido amplamente defendida na literatura por reduzir risco de rigidez articular, atrofia muscular e atraso funcional. A elevada taxa de preservação de articulações livres (89,2%) observada neste estudo reforça a eficácia dessa abordagem e sugere impacto positivo da intervenção fisioterapêutica imediata.

Adicionalmente, a inclusão de estratégias progressivas como sedestação, ortostatismo e deambulação assistida demonstra adesão a protocolos contemporâneos de reabilitação funcional, cujo objetivo principal é restaurar o padrão motor e promover independência funcional precoce. Evidências recentes indicam que programas estruturados de fisioterapia iniciados ainda na fase hospitalar estão associados a melhores desfechos funcionais e menor tempo de recuperação global.

Por fim, os resultados deste estudo corroboram a literatura ao evidenciar que o manejo das fraturas de membros inferiores em Pediatria requer abordagem multiprofissional integrada, envolvendo ortopedistas, fisioterapeutas e equipe multidisciplinar. A interação entre estabilização cirúrgica adequada e reabilitação funcional precoce constitui fator determinante para prognóstico favorável, prevenção de sequelas e retorno seguro às atividades típicas da infância.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo demonstraram que o perfil clínico-epidemiológico de crianças e adolescentes com fraturas de membros inferiores atendidos em um hospital de referência caracteriza-se predominantemente por indivíduos previamente saudáveis, com ampla variabilidade antropométrica e maior ocorrência de fraturas em ossos longos, especialmente fêmur, tíbia e fíbula. Observou-se predominância de mecanismos traumáticos de baixa energia, compatíveis com o padrão etiológico típico da população pediátrica, além de elevada frequência de acometimento unilateral e necessidade expressiva de tratamento cirúrgico, o que reflete o perfil assistencial de um serviço terciário especializado em trauma. O tempo médio de internamento mostrou-se condizente com o descrito na literatura para lesões ortopédicas pediátricas de moderada a alta complexidade.

Adicionalmente, a elevada taxa de preservação articular e a predominância de intervenções fisioterapêuticas precoces indicam impacto positivo da reabilitação iniciada ainda no período hospitalar, evidenciando a importância da atuação multiprofissional integrada no manejo dessas lesões. Dessa forma, os achados reforçam que a abordagem individualizada, baseada nas características clínicas, biomecânicas e funcionais de cada paciente, constitui elemento fundamental para otimizar desfechos terapêuticos, reduzir complicações e favorecer o retorno seguro às atividades compatíveis com a idade, contribuindo para o adequado desenvolvimento musculoesquelético e funcional na infância.

REFERÊNCIAS

Beaty JH, Kasser JR. *Rockwood and Wilkins' Fractures in Children*. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015.

Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta P, McKee M. *Rockwood and Green's Fractures in Adults*. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015.

Buckley R, Moran C, Apivatthakakul T. *AO Principles of Fracture Management*. 3rd ed. Stuttgart: Thieme; 2017.

Landin LA. Epidemiology of children's fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79(10):1484-8.

Hedström EM, Svensson O, Bergström U, Michno P. Epidemiology of fractures in children and adolescents. *Acta Orthop*. 2010;81(1):148-53.

Rennie L, Court-Brown CM, Mok JY, Beattie TF. The epidemiology of fractures in children. *Arch Dis Child*. 2007;92(12):1123-8.

Jones IE, Williams SM, Dow N, Goulding A. How many children remain fracture-free during growth? *Osteoporos Int*. 2002;13(12):990-5.

Cheng JC, Shen WY. Limb fracture pattern in different pediatric age groups. *J Pediatr Orthop*. 1993;13(1):15-22.

Loder RT, O'Donnell PW, Feinberg JR. Epidemiology and mechanisms of femur fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 2006;26(5):561-6.

Schalamon J, v Bismarck S, Schober PH, Hollwarth ME. Fractures in children. *J Trauma*. 2011;71(1):E1-5.

Flynn JM, Hresko T, Reynolds RA, Blasier RD, Davidson R, Kasser J. Titanium elastic nails for pediatric femur fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83(7):1132-9.

Ligier JN, Metaizeau JP, Prévot J, Lascombes P. Elastic stable intramedullary nailing of femoral fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 1988;8(6):665-70.

Lascombes P. *Flexible Intramedullary Nailing in Children*. Berlin: Springer; 2010.

Sink EL, Faro F, Polousky J, Flynn K, Gralla J. Complications of pediatric femur fractures treated with titanium elastic nails. *J Pediatr Orthop*. 2010;30(6):510-5.

Wright JG, Wang EE. Treatments for paediatric femoral fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009;17(11):718-25.

Kocher MS, Kasser JR. Orthopaedic aspects of pediatric tibial shaft fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(10):616-24.

Patel NK, Horstman J, Kuester V, Sambandam SN. Pediatric tibial shaft fractures. *Injury*. 2014;45(10):1560-8.

Pace JL. Pediatric tibial shaft fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016;9(4):475-83.

Mulpuri K, Wilkins KE. The treatment of pediatric femur fractures. *Instr Course Lect*. 2012;61:385-97.

American Academy of Orthopaedic Surgeons. Treatment of pediatric diaphyseal femur fractures guideline. Rosemont: AAOS; 2015.

Einhorn TA. The cell and molecular biology of fracture healing. *N Engl J Med*. 1998;339(7):453-9.

Marsell R, Einhorn TA. The biology of fracture healing. *Injury*. 2011;42(6):551-5.

Claes L, Recknagel S, Ignatius A. Fracture healing under healthy and inflammatory conditions. *Nat Rev Rheumatol*. 2012;8(3):133-43.

Pountos I, Georgouli T, Pneumaticos S, Giannoudis PV. Fracture healing: pharmacological aspects. *Injury*. 2007;38 Suppl 2:S3-12.

Bishop JA, Palanca AA, Bellino MJ, Lowenberg DW. Assessment of compromised fracture healing. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012;20(5):273-82.

Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy rehabilitation after immobilization. *BMJ*. 2005;331:1094-6.

Handoll HH, Elliott J. Rehabilitation for distal limb fractures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;(2):CD003324.

Emery CA. Injury prevention in pediatric sport. *Br J Sports Med*. 2015;49(7):434-5.

Brussoni M, et al. Risky play and children's safety. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(6):6423-54.

DiFiori JP, Benjamin HJ, Brenner JS, Gregory A, Jayanthi N, Landry GL, et al. Overuse injuries in children and adolescents. *Pediatrics*. 2014;133(2):e466-76.