

Doi: <https://doi.org/10.37497/JMRReview.v4i00.86>

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE MASQUELET ASSOCIADA A ENXERTO DE FÍBULA NÃO VASCULARIZADA PARA O TRATAMENTO DE PSEUDOARTROSE DO ANTEBRAÇO: RELATO DE CASO

Use of the Masquelet technique associated with non-vascularized fibula graft for the treatment of forearm pseudoarthrosis: case report

Letícia Ferreira Marques da Silva¹, Felipe de Almeida Guerreiro², Arthur Tescarolli³, Ronaldo Parissi Buainain⁴, Nilson Nonose⁵

¹⁻⁵Serviço de Ortopedia e Traumatologia - Hospital Universitário São Francisco na Providência de Deus (HUSF), Bragança Paulista - SP.

Resumo

Introdução: A pseudoartrose do antebraço é uma complicação que compromete a funcionalidade e a qualidade de vida dos pacientes. Apesar das diversas opções terapêuticas, a combinação de técnicas inovadoras como o Masquelet e o uso do enxerto de fíbula não vascularizada tem mostrado resultados promissores em outros sítios de pseudoartrose, porém, há uma lacuna de estudos que comprovem sua eficácia específica no antebraço. Este estudo justifica-se pela necessidade de novas abordagens terapêuticas para a resolução dessa condição, especialmente quando há perda substancial óssea e comprometimento da vascularização. **Objetivo:** Avaliar a eficácia da técnica de Masquelet associada à enxerto de fíbula não vascularizada no tratamento da pseudoartrose do antebraço. Além disso, analisar a consolidação óssea após a utilização da técnica combinada, avaliar a recuperação funcional investigar possíveis complicações associadas ao tratamento e comparar os resultados radiográficos antes e após o tratamento. **Método:** Relato de caso com base em informações contidas em prontuário, associado ao acompanhamento clínico e cirúrgico do paciente. **Resultado:** O paciente foi acompanhado no período pós operatório com avaliações periódicas de função e cicatrização óssea apresentando retorno funcional as atividades. **Discussão:** A pseudoartrose é uma condição em que a fratura óssea não se consolida dentro do tempo esperado, resultando na formação de um tecido fibrocartilaginoso no local da lesão, necessitando de intervenção para consolidação óssea. A pseudoartrose é geralmente associada à dor, deformidade, movimento anormal no local da fratura, comprometimento da função da região afetada e transtornos psicológicos decorrentes da limitação funcional. A técnica de Masquelet no primeiro tempo envolve a inserção de um espaçador antibiótico para controlar a infecção e criar um envelope fibroso. No segundo tempo, realiza-se a remoção do espaçador e a inserção de enxerto ósseo. **Conclusão** Este relato de caso traz resultados da aplicação da técnica de Masquelet associado a enxerto de fíbula não vascularizada para o tratamento de pseudoartrose, evidenciando bons resultados funcionais.

Palavras-chave: Ortopedia, Traumatologia, Pseudoartrose, Técnica de Masquelet.

Abstract

Background: Forearm pseudoarthrosis is a complication that compromises patients' functionality and quality of life. Despite the various therapeutic options, the combination of innovative techniques such as Masquelet and the use of non-vascularized fibula grafts has shown promising results in other sites of pseudoarthrosis. However, there is a lack of studies proving its specific efficacy in the forearm. This study is justified by the need for new therapeutic approaches to resolve this condition, especially when there is substantial bone loss and compromised vascularization. **Aim:** To evaluate the effectiveness of the Masquelet technique associated with non-vascularized fibula grafting in the treatment of forearm pseudoarthrosis. Also, to analyze bone consolidation after using the combined technique, evaluate functional recovery, investigate possible complications associated with treatment, and compare radiographic results before and after treatment. **Method:** Case report based on the patient's medical records associated with clinical and surgical follow-up of the patient. **Results:** The patient was followed up in the postoperative period with periodic evaluations of function and bone healing, presenting functional return to activities. **Discussion:** Pseudoarthrosis is a condition in which the bone fracture does not consolidate within the expected time, resulting in the formation of fibrocartilaginous tissue at the site of the injury, requiring intervention for bone consolidation. Pseudoarthrosis is usually associated with pain, deformity, abnormal movement at the fracture site, impaired function of the affected region, and psychological disorders resulting from functional

limitation. The Masquelet technique in the first stage involves the insertion of an antibiotic spacer to control infection and create a fibrous envelope. In the second stage, the spacer is removed and a bone graft is inserted. Conclusion This case report presents the results of the application of the Masquelet technique associated with non-vascularized fibula grafting for the treatment of pseudoarthrosis, showing good functional results.

Keywords: Orthopedics, Traumatology, Pseudarthrosis, Masquelet Technique.

Introdução

A pseudoartrose do antebraço representa um desafio significativo no âmbito da cirurgia ortopédica, devido à sua capacidade de comprometer a biomecânica complexa dos ossos rádio e ulna, resultando em prejuízo funcional, dor crônica e diminuição da qualidade de vida do paciente e tendo uma prevalência de 6.9% (ROCKWOOD, 2024). A restauração da congruência anatômica e da estabilidade óssea é essencial para a preservação da amplitude de movimento, sobretudo os movimentos de pronação e supinação, que dependem do alinhamento preciso dessas estruturas. Tal patologia ocorre quando uma fratura deixa de se consolidar no tempo esperado e a consolidação não ocorre sem uma nova intervenção. A causa da pseudoartrose pode ser multifatorial, incluindo fatores biológicos e mecânicos. O tratamento eficaz dessa condição continua sendo um desafio, especialmente em casos de fraturas complexas ou quando há perda significativa de substância óssea (ROCKWOOD, 2024). Uma das abordagens terapêuticas promissoras para o tratamento da pseudoartrose é a técnica de Masquelet, que envolve a utilização de um espaçador de cimento para induzir a formação de uma membrana de indução e subsequente enxerto ósseo (WALKER et al. 2019; LAUTHE et al, 2021).

A técnica de Masquelet, ou técnica da membrana induzida, tem ganhado atenção crescente como uma estratégia eficaz para o tratamento de defeitos ósseos segmentares. O procedimento, realizado em duas etapas, consiste inicialmente no desbridamento e colocação de um espaçador de cimento ósseo (geralmente impregnado com antibiótico), que induz a formação de uma membrana biológica vascularizada e secretora de fatores osteoindutores, como VEGF e BMP-2 (FELIZARDO et al., 2020; MASQUELET; BEGUE, 2010). Após maturação da membrana (em média 4 a 8 semanas), realiza-se a segunda etapa: retirada do espaçador e preenchimento do espaço com enxerto ósseo, mantendo-se a fixação adequada para promover a consolidação (TELLADO et al., 2021; AMENDOLA; BASSI; MASQUELET, 2019).

O uso da técnica de Masquelet no antebraço tem sido descrito com sucesso em casos de pseudoartrose, tanto infectada quanto não infectada, com taxas de consolidação elevadas, variando de 82 % a 100%, além de melhora significativa da função do membro superior (IBÁÑEZ et al., 2022; FLORIS et al., 2021). Revisões sistemáticas recentes reportam taxas de consolidação entre 80% e 96%, com defeitos de até 12,5 cm e tempo médio de união de 3,5 a 9 meses (KARGER et al., 2024).

Embora o enxerto de crista ilíaca seja o material mais utilizado por suas propriedades osteogênicas, osteoindutivas e osteocondutoras, seu uso em grandes volumes pode gerar morbidade significativa no sítio doador. Nesse contexto, o enxerto de fíbula não vascularizada apresenta-se como alternativa viável, de menor complexidade técnica, com disponibilidade de material ósseo adequado, embora possa estar associado a risco de reabsorção e falha de integração (AMENDOLA; BASSI; MASQUELET, 2019; FELIZARDO et al., 2020). Estudos em cenários de trauma grave demonstraram que a técnica de Masquelet combinada com enxerto de fíbula não vascularizada multiperfurada permitiu a reconstrução de grandes defeitos ósseos, com médias de até 14 cm, alcançando taxas de união satisfatórias mesmo em ambientes com recursos limitados (RAUT et al., 2023), porém, há uma lacuna de estudos que comprovem sua eficácia específica no antebraço justificando - se a importância deste trabalho.

Portanto, a associação da técnica de Masquelet com enxerto de fíbula não vascularizada representa uma estratégia promissora para o tratamento de pseudoartrose do antebraço, unindo simplicidade técnica, viabilidade em contextos variados e eficácia na reconstrução de defeitos ósseos extensos.

Objetivo

Avaliar a eficácia da técnica de Masquelet associada ao enxerto de fíbula não vascularizada no tratamento da pseudoartrose do antebraço. Ainda, analisar o tempo de consolidação óssea após a utilização da técnica combinada, avaliar a recuperação funcional do paciente, investigar possíveis

complicações associadas ao tratamento, como infecções e falhas de enxerto e comparar os resultados radiográficos antes e após o tratamento.

Método

Este trabalho apresenta o caso de um paciente atendido no Hospital Universitário São Francisco na Providência de Deus (HUSF), localizado na cidade de Bragança Paulista - SP, pela equipe de ortopedia e traumatologia. Foi redigido com base no prontuário do paciente (que autorizou a realização do trabalho, incluindo imagens), e contando com dados retrospectivos extraídos de um banco de dados global, para embasamento teórico. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição onde foi realizado, visto cumprir os requisitos previstos na Resolução 466 de 2012 do Conselho nacional de Saúde, que dispõe sobre os aspectos éticos e legais relacionados às pesquisas que envolvem seres humanos.

Relato do Caso

Paciente masculino, 31 anos, vítima de acidente com maquinário industrial, apresentou fratura exposta dos ossos do antebraço esquerdo, com produto industrial preso ao membro. Foi submetido a limpeza cirúrgica e fixação externa de urgência (Figuras 1 e 2).

Após 15 dias, realizou-se a montagem de fixador externo do tipo Ilizarov no antebraço esquerdo. Nove meses após o trauma, no seguimento ambulatorial notou-se que o paciente evoluiu com pseudoartrose atrófica diafisária do rádio e da ulna.

Na terceira abordagem cirúrgica, procedeu-se à retirada de osso desvitalizado do rádio, preenchimento do espaço com cimento ósseo conforme técnica de Masquelet e fixação com placa de compressão dinâmica/ *dynamic compression plate* (DCP) 3.5 mm por via de Henry (Figura 3). Na ulna, foi realizada cruentização do foco de fratura e fixação com placa DCP 3.5 mm (Figura 3). Cerca de 08 semanas depois, o cimento ósseo foi retirado e realizado enxerto ósseo autólogo de fíbula ipsilateral, fixado com nova placa (Figura 4).

Após cerca de 10 meses no seguimento ambulatorial nota - se melhora clínica e radiográfica com consolidação óssea (Figura 5). Paciente refere melhora funcional, apesar de manter limitação de flexo extensão e pronossupinação do punho.



Figura 1 - Imagens da esquerda e central mostrando exposição óssea com presença de material industrial preso ao antebraço. Imagem à direita mostrando na radiografia fraturas expostas diafisárias de rádio e ulna (Classificação Ao: 2R2C2 (rádio) e Ao 2U2A3 (ulna)).

Fonte: Acervo do Serviço.

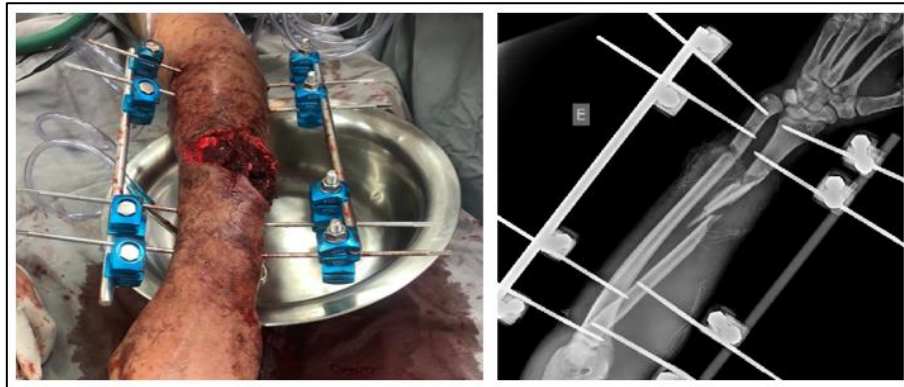


Figura 2 - Imagem à esquerda mostrando a montagem do fixador externo. Imagem à direita mostrando radiografia após fixação.
Fonte: Acervo do Serviço.

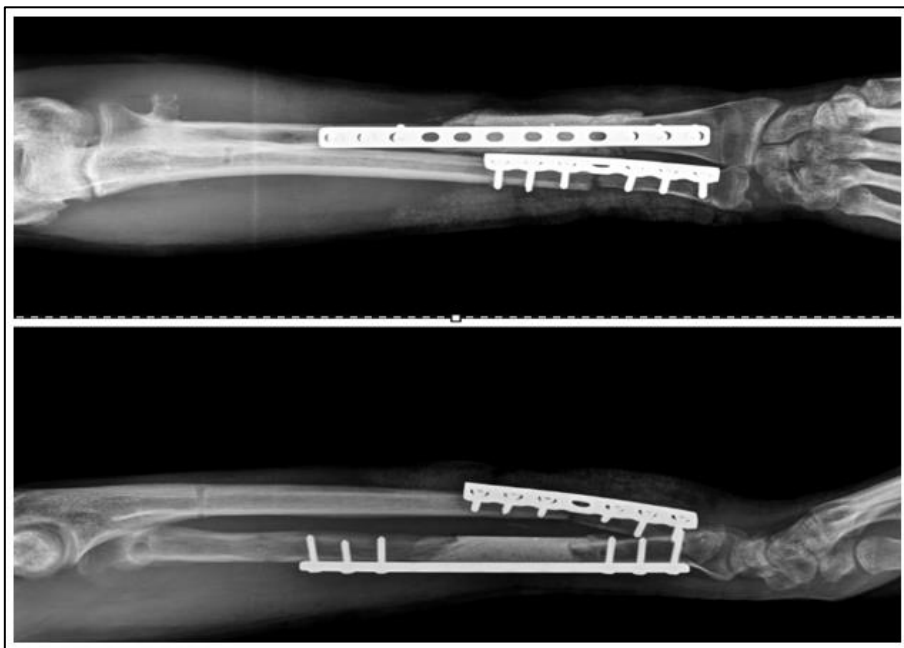


Figura 3 - Radiografias anteroposterior (AP) e perfil do antebraço esquerdo após cimento ósseo pela técnica de Masquelet.
Fonte: Acervo do Serviço.

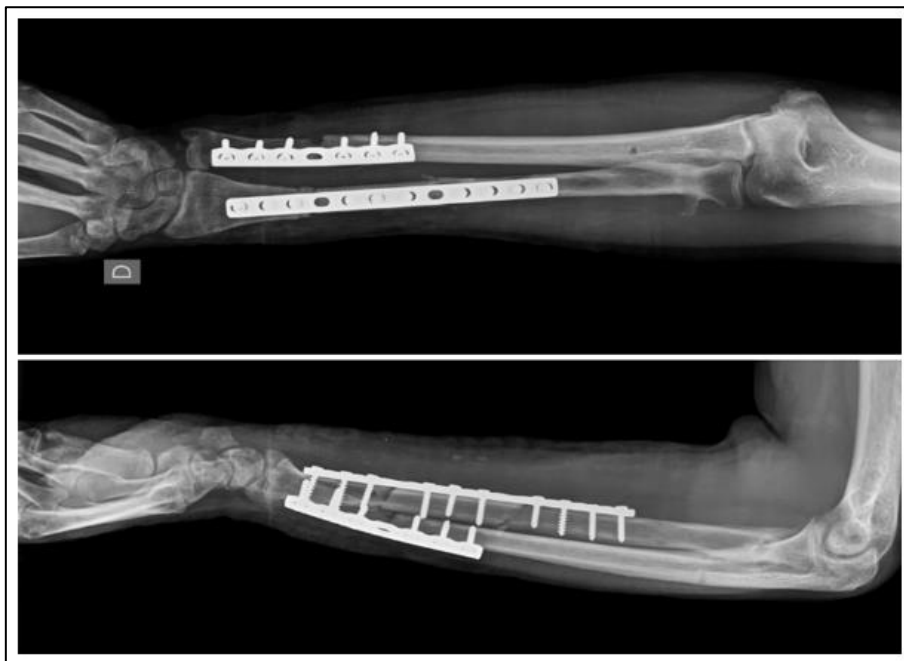


Figura 4 - Radiografias AP e perfil do antebraço direito após fixação com enxerto de fíbula não vascularizada e nova fixação com placa DCP .
Fonte: Acervo do Serviço.

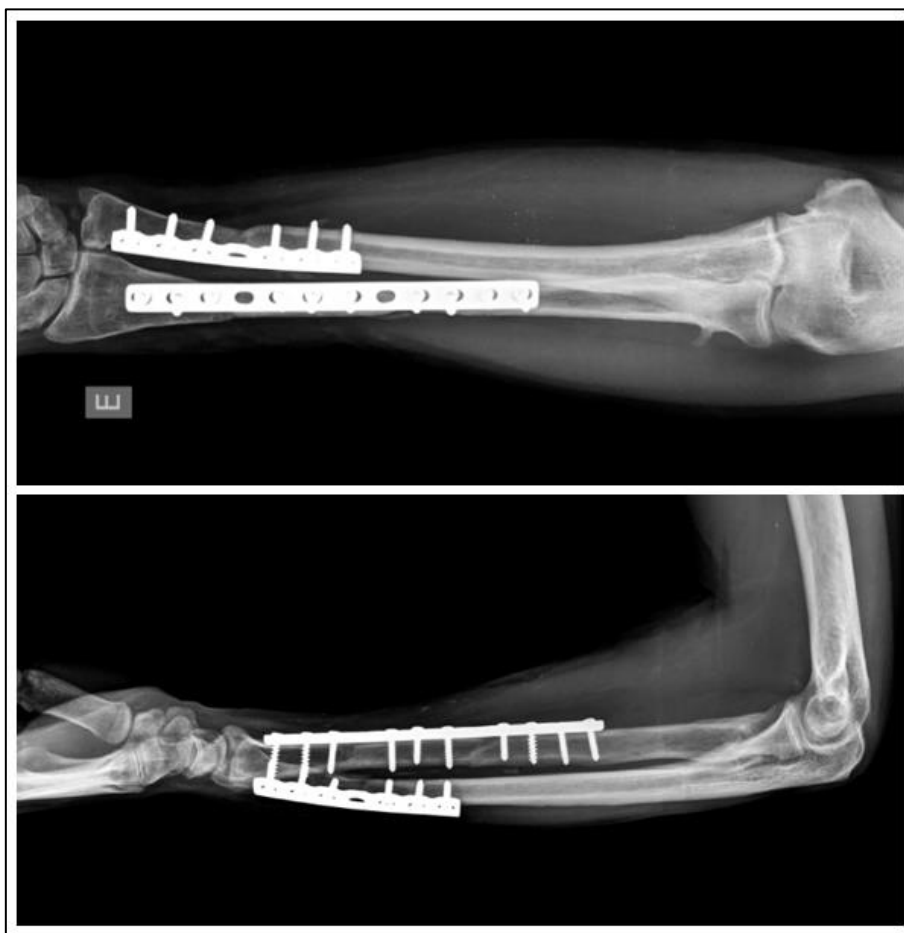


Figura 5 - Radiografias AP e perfil do antebraço esquerdo após 10 meses da fixação com enxerto de fíbula não vascularizada.

Fonte: Acervo do Serviço.

Discussão

As fraturas diafisárias do rádio correspondem a lesões que acometem a porção média desse osso longo do antebraço e podem ocorrer isoladamente ou em associação à fratura da ulna, situação que acarreta maior instabilidade e maior risco de complicações evolutivas, como a pseudoartrose (RING et al., 2006).

A pseudoartrose caracteriza-se pela ausência de consolidação óssea dentro do período esperado, resultando na substituição do calo ósseo por tecido fibroso ou fibrocartilaginoso. No antebraço, essa complicação apresenta impacto funcional significativo, uma vez que compromete a mobilidade articular e a biomecânica dos movimentos de pronação e supinação. Embora, de forma arbitrária, a pseudoartrose seja frequentemente definida após seis a oito meses de evolução sem sinais de consolidação, múltiplos fatores locais e sistêmicos podem contribuir para o insucesso da cicatrização óssea. Entre eles, destacam-se lesões extensas de partes moles, perdas ósseas segmentares, infecções, comprometimento vascular, além de condições clínicas como tabagismo, distúrbios endocrinometabólicos, uso prolongado de corticosteroides ou anticonvulsivantes, hipogonadismo e falhas mecânicas decorrentes de redução ou estabilização inadequadas (ROCKWOOD, 2024; DEMIR et al., 2019).

Clinicamente, a pseudoartrose manifesta-se por dor persistente, deformidade local, mobilidade anômala no foco da fratura e limitação funcional do membro afetado. Além das repercussões físicas, frequentemente associa-se a consequências psicossociais relevantes, como ansiedade, depressão e redução da qualidade de vida, decorrentes da incapacidade de realizar atividades diárias (AGRAWAL; TIWARI, 2024).

O tratamento dessa condição apresenta múltiplas possibilidades terapêuticas, incluindo fixação interna com placas e parafusos, utilização de enxertos ósseos autólogos ou homólogos e, em casos selecionados, substituição protética – sobretudo quando há defeitos ósseos extensos ou osteopenia significativa (BASILE et al., 2022).

Nesse contexto, a técnica de Masquelet, inicialmente descrita para o manejo de perdas ósseas decorrentes de infecção em fraturas expostas, consolidou-se como alternativa viável para o tratamento de pseudoartroses complexas. O método, realizado em duas etapas, envolve inicialmente a inserção de um espaçador de cimento ósseo, com ou sem antibiótico, que além de auxiliar no controle de infecções, induz a formação de uma membrana biológica vascularizada. Após aproximadamente seis semanas, procede-se à remoção do espaçador e ao preenchimento do defeito com enxerto ósseo autólogo ou heterólogo, frequentemente associado à fixação interna adequada (GIANNOUDIS et al., 2011; FREESE et al., 2023).

A fíbula não vascularizada destaca-se como uma das principais opções de enxertia nesse cenário, por ser de fácil acesso cirúrgico e fornecer quantidade significativa de tecido ósseo cortical e esponjoso. Sua principal vantagem reside na capacidade de promover regeneração óssea mesmo na ausência de aporte vascular próprio, ampliando as possibilidades terapêuticas em ambientes com recursos limitados e em casos onde o uso de enxertos vascularizados não é viável (FREESE et al., 2023).

Conclusão

A técnica de Masquelet associada ao uso de enxerto autólogo de fíbula demonstrou-se eficaz na reconstrução de falha óssea em pseudoartrose atrofica pós-trauma de alta energia, com desfecho funcional e radiológico favorável.

Referências

AMENDOLA, Luca; BASSI, Eugenio Maria; MASQUELET, Alain Charles. Clinical and radiographic outcomes of the induced membrane technique for post-traumatic bone defects. *Injury*, v. 50, n. 2, p. 55-60, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.01.048>.
BASILE, G.; FOZZATO, S.; PETRUCCI, Q. A.; et al. Treatment of femoral shaft pseudarthrosis, case series and medico-legal implications. *Journal of Clinical Medicine*, v. 11, n. 24, p. 7407, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm11247407>.



- DEMIR, B. et al. A modification of internal bone transport method for reconstruction of nonunion of forearm. *Indian Journal of Orthopaedics*, v. 53, p. 196-203, 2019. DOI: https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho_17_17.
- FELIZARDO, Rui Pereira et al. The induced membrane technique for the treatment of post-traumatic bone defects. *EFORT Open Reviews*, v. 5, n. 9, p. 558-567, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1302/2058-5241.5.190055>.
- FLORIS, Stefano et al. The Masquelet technique: an option for upper limb reconstruction. *Journal of Clinical Medicine*, v. 10, n. 14, p. 4106, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm10144106>.
- FREESE, J. et al. Treatment outcome of the Masquelet technique in 195 infected bone defects: a single-center, retrospective case series. *Injury*, v. 54, n. 11, p. 110923, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.110923>.
- GIANNOUDIS, Peter V. et al. Masquelet technique for the treatment of bone defects: tips, tricks and future directions. *Injury*, v. 42, n. 6, p. 591-598, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.04.002>.
- IBÁÑEZ, Francisco et al. The induced membrane technique for the treatment of upper limb bone defects: a multicenter study. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, v. 47, n. 9, p. 1015-1023, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1177/17531934221109754>.
- KARGER, Camille et al. The induced membrane technique in the management of post-traumatic bone loss: a systematic review. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, v. 25, n. 15, p. 1-12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s10195-024-00815-w>.
- LAUTHE, Olivier; GAILLARD, Julien; CAMBON-BINDER, Adeline; MASQUELET, Alain-Charles. Induced membrane technique applied to the forearm: technical refinement, indications and results of 13 cases. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, v. 107, n. 8, p. 103074, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.103074>.
- MASQUELET, Alain Charles; BEGUE, Thierry. The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects. *Orthopedic Clinics of North America*, v. 41, n. 1, p. 27-37, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2009.07.011>.
- MURAMATSU, K.; IHARA, K.; DOI, K.; et al. Reconstruction of massive femur defect with free vascularized fibula graft following tumor resection. *Anticancer Research*, v. 26, n. 5B, p. 3679-3684, 2006.
- RAUT, Siddharth et al. Reconstruction of large bone defects using induced membrane technique with non-vascularized fibula autograft in resource-limited settings. *Journal of Orthopaedic Trauma*, v. 38, n. 4, p. 185-193, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000002598>.
- RING, D.; RHIM, R.; CARPENTER, C.; JUPITER, J. B. Isolated radial shaft fractures are more common than Galeazzi fractures. *Journal of Hand Surgery (American Volume)*, v. 31, n. 1, p. 17-21, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2005.09.003>.
- ROCKWOOD and GREEN'S fractures in adults. 10. ed. Editado por Paul Tornetta III; William M. Ricci; Robert F. Ostrum; Michael D. McKee; Benjamin J. Ollivere; Victor A. de Ridder. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2024. 2 v. ISBN 9781975211608.
- TELLADO, Miguel G. et al. Induced membrane technique for upper extremity defects: a systematic review. *Journal of Hand Surgery (American Volume)*, v. 46, n. 10, p. 863-872, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2021.04.012>.
- WALKER, Matthew; SHARAREH, Behnam; MITCHELL, Scott A. Masquelet reconstruction for posttraumatic segmental bone defects in the forearm. *Journal of Hand Surgery (American Volume)*, v. 44, n. 4, p. 342.e1-342.e8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2019.01.019>