

Hubungan Kuat Antara *Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score* dan *Modified Mayo Wrist Score* Dipengaruhi oleh *Radius Union Scoring System* dan Kadar *C-Reactive Protein* pada Pasien Fraktur Distal Radius dengan Tatalaksana Konservatif

Ryan Putra^{1*}, Putu Astawa¹, I Ketut Suyasa¹, Made Bramantya Karna¹

ABSTRACT

Background: Distal radius fracture is among the most common fractures in the upper extremity area. Conservative management of these fractures often results in good outcomes, which can be measured using several scoring systems and is often associated with a controlled inflammatory response. This study aims to determine the correlation between the Modified Mayo Wrist Score (MMWS) Radius Union Scoring System (RUSS) and the Disabilities of Arm, Shoulder and Hand (DASH) gold standard scoring system, as well as looking at the correlation of the inflammatory marker C-Reactive Protein (CRP) with the scoring system.

Methods: This observational study includes 35 distal radius fracture patients treated conservatively with a cast maintained for six weeks, followed by an x-ray examination to assess the RUSS score and blood sampling at week 9 to measure CRP levels. At week 12, the DASH and MMWS scores were evaluated. All analyses used SPSS v.26 with a p-value <0.05 considered significant.

Results: This study sample consisted of 17 men and 18 women, with a median age of 36 and 44.5 years, respectively. Median RUSS score, DASH, MMWS, and CRP level were 6 (IQR 1), 2.5 (IQR 7.5), 80 (IQR 25), and 0.75 (IQR 0.55). MMWS and RUSS scores showed a significant inverse correlation with DASH scores ($r = -0.919$; $p < 0.05$ and $r = -0.826$; $p < 0.05$). DASH and MMWS scores significantly correlated with CRP levels ($r = 0.779$; $p < 0.05$ and $r = -0.837$; $p < 0.05$).

Conclusion: MMWS and RUSS scores significantly correlate with DASH scores, so their application can be applied in clinical practice. DASH and MMWS scores also had a significant correlation with CRP levels.

Keywords: breast cancer, neutrophil lymphocyte ratio, tumor infiltrating lymphocyte.

Cite This Article: Putra, R., Astawa, P., Suyasa, I.K., Karna, M.B. 2024. Hubungan Kuat Antara *Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score* dan *Modified Mayo Wrist Score* Dipengaruhi oleh *Radius Union Scoring System* dan Kadar *C-Reactive Protein* pada Pasien Fraktur Distal Radius dengan Tatalaksana Konservatif. *Medicina* 55(1): 1-4. DOI: 10.15562/medicina.v55i1.1247

ABSTRAK

Latar Belakang: Fraktur distal radius merupakan salah satu fraktur yang paling sering terjadi pada daerah ekstremitas atas. Tatalaksana konservatif pada fraktur ini sering menghasilkan luaran yang baik, yang dapat diukur menggunakan beberapa sistem skoring, serta sering dikaitkan dengan respon inflamasi yang terkontrol. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan korelasi antara *Modified Mayo Wrist Score* (MMWS) *Radius Union Scoring System* (RUSS) terhadap sistem skoring baku emas *Disabilities of Arm, Shoulder and Hand* (DASH), serta terhadap kadar *C-Reactive Protein* (CRP).

Metode: Studi observasional ini melibatkan sebanyak 35 fraktur distal radius yang ditatalaksana secara konservatif dengan gips yang dipertahankan selama 6 minggu, diikuti dengan pemeriksaan *rontgen* untuk menilai skor RUSS, dan pengambilan sampel darah pada minggu ke-9 untuk mengukur kadar CRP. Pada minggu ke-12 dilakukan penilaian skor DASH dan MMWS. Seluruh analisis menggunakan SPSS v.26 dengan nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan.

Hasil: Sampel penelitian terdiri dari 17 orang laki-laki dan 18 orang perempuan, dengan median usia masing-masing adalah 36 dan 44,5 tahun. Median skor RUSS, DASH, MMWS, dan kadar CRP masing-masing adalah 6 (IQR 1); 2,5 (IQR 7,5); 80 (IQR 25); dan 0,75 (IQR 0,55). Skor MMWS dan RUSS menunjukkan korelasi inversi yang signifikan terhadap skor DASH ($r = -0,919$; $p < 0,05$ dan $r = -0,826$; $p < 0,05$). Skor DASH dan MMWS memiliki korelasi yang signifikan terhadap kadar CRP ($r = 0,779$; $p < 0,05$).

¹Departemen Orthopaedi dan Traumatologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana/RSUP Prof. Dr. dr. I.G.N.G Ngoerah.

*Korespondensi:

Ryan Putra;
Departemen Orthopaedi dan Traumatologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana/RSUP Prof. Dr. dr. I.G.N.G Ngoerah;
rpwondany@gmail.com

Diterima: 09-09-2023
Disetujui: 29-12-2023
Diterbitkan: 23-01-2024

<0,05 dan $r = -0,837$; $p < 0,05$).

Simpulan: Skor MMWS dan RUSS memiliki korelasi yang signifikan dengan skor DASH, sehingga penggunaannya dapat diterapkan dalam praktek klinis. Skor DASH dan MMWS juga memiliki korelasi yang signifikan dengan kadar CRP.

Kata kunci: CRP, DASH, fraktur distal radius, MMWS, RUSS.

Sitasi Artikel ini: Putra, R., Astawa, P., Suyasa, I.K., Karna, M.B. 2024. Hubungan Kuat Antara *Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score* dan *Modified Mayo Wrist Score* Dipengaruhi oleh *Radius Union Scoring System* dan Kadar *C-Reactive Protein* pada Pasien Fraktur Distal Radius dengan Tatalaksana Konservatif. *Medicina* 55(1): 1-4. DOI: 10.15562/medicina.v55i1.1247

PENDAHULUAN

Fraktur distal radius merupakan fraktur yang paling sering terjadi pada daerah ekstremitas atas. Tatalaksana konservatif dari fraktur distal radius telah terbukti efektif dan menunjukkan luaran klinis yang serupa dengan tatalaksana operatif, terutama pada populasi usia lanjut.¹ Luaran klinis tersebut dapat dinilai dengan berbagai sistem skoring, salah satunya berupa skor *Disability of Arm, Shoulder, and Hand* (DASH) yang paling umum digunakan, dengan tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi.² Namun, sistem skoring DASH memiliki 30 pertanyaan, yang memerlukan waktu 20-30 menit untuk diselesaikan dalam praktek klinis sehari-hari.³

Di sisi lain, *Modified Mayo Wrist Score* (MMWS) merupakan sistem skoring yang disusun untuk mengukur luaran fungsional dari prosedur-prosedur medis pada pergelangan tangan, yang terdiri hanya dari 4 komponen, memadukan parameter baik subjektif dan objektif.⁴ Namun, skor tersebut masih belum diteliti dibandingkan skor DASH, dan belum memiliki validitas dan reliabilitas yang teruji dengan baik.⁵

Luaran klinis pada tatalaksana fraktur distal radius juga dikaitkan dengan sejumlah faktor lain, termasuk tingkat *union* yang dapat dinilai dengan *Radius Union Scoring System* (RUSS).^{6,7} Terlebih lagi, skoring RUSS telah dilaporkan berkaitan dengan respon inflamasi, dimana inflamasi berkepanjangan yang melebihi 9 minggu pasca trauma dapat mencerminkan luaran yang lebih buruk.⁸

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antar skoring DASH, MMWS, dan RUSS serta mengetahui korelasi skor DASH dan MMWS terhadap kadar penanda inflamasi *C-Reactive*

Protein (CRP) pada pasien dengan fraktur distal radius yang ditatalaksana secara konservatif.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain *longitudinal observational study*, yang dilaksanakan di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Prof. Dr. dr. I.G.N.G Ngoerah pada bulan Maret hingga Agustus tahun 2023. Tiga puluh lima pasien fraktur distal radius dengan tatalaksana konservatif setuju untuk mengikuti penelitian ini dan telah menandatangani *informed consent*. Seluruh sampel diperoleh secara konsekutif. Kriteria inklusi penelitian ini adalah pasien berusia lebih dari 18 tahun, dan bersedia untuk mengikuti seluruh proses penelitian. Sedangkan kriteria eksklusi adalah riwayat fraktur ekstremitas atas secara ipsilateral, mengalami penyakit infeksi selama periode penelitian, memiliki gangguan kognitif, reduksi suboptimal setelah pemasangan *gips*, serta pasien dengan fraktur multipel.

Pasien dengan fraktur distal radius yang dinilai selanjutnya ditatalaksana secara konservatif dengan menjalani pemasangan *gips* dengan atau tanpa reduksi tertutup. *Gips* dipertahankan selama 6 minggu, dengan *follow-up* mingguan untuk menilai kualitas *gips* dan pemasangan *gips* ulang dilakukan apabila ditemukan tidak *skin-tight*. *Gips* kemudian dilepas setelah 6 minggu, dan dilakukan pemeriksaan foto polos *wrist* untuk penilaian RUSS. Program fisioterapi selama 6 minggu diberikan kepada pasien untuk melatih gerakan pergelangan tangan dan kekuatan genggam tangan, yang *follow-up* setiap minggunya. Pada minggu ke-9, dilakukan pengambilan sampel darah vena untuk menilai kadar CRP di dalam serum, dan pada minggu

ke-12 dilakukan pengukuran skor DASH dan MMWS, sedangkan pemeriksaan *range of motion* pergelangan tangan dilakukan menggunakan goniometer, dan pengukuran kekuatan genggam tangan dilakukan menggunakan *hydraulics hand dynamometer*.

Hubungan antara skor DASH dan MMWS dinilai menggunakan *Spearman correlation test* untuk menentukan koefisien korelasi (r), sedangkan korelasi antara RUSS dan kadar CRP terhadap skor DASH dan MMWS dianalisis menggunakan *linear regression analysis*. Analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS *Statistics* v.26.

HASIL

Analisis deskriptif dari 35 pasien yang masuk dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk *range*, median, dan *interquartile range* (IQR) karena data tidak terdistribusi secara normal. Sampel penelitian terdiri dari 17 orang laki-laki dan 18 orang perempuan, dengan median usia pasien laki-laki 36 tahun (IQR 38) dan 44,5 tahun untuk pasien perempuan (IQR 45). Median untuk RUSS adalah 6 (IQR 1), sedangkan untuk CRP adalah 0,75 (IQR 0,55). Skor DASH memiliki median 2,5 (IQR 7,5), dan MMWS 80 (IQR 25). Analisis deskriptif dari variabel-variabel penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Selanjutnya, analisis korelasi dilakukan terhadap nilai skor DASH, MMWS, RUSS, dan kadar CRP yang disajikan pada tabel 2.

Hasil *spearman correlation test* terhadap DASH dan MMWS menunjukkan korelasi inversi yang sangat kuat dan signifikan dengan $r = -0,919$ dan nilai $p < 0,05$. Selain itu, hasil *linear regression analysis* terhadap RUSS dan skor DASH menunjukkan korelasi inversi yang sangat kuat dan

Tabel 1. Analisis deskriptif variabel penelitian

	Range	Median	IQR
Usia (tahun)	17-71 (Laki-laki) 17-80 (Perempuan)	36 (Laki-laki) 44.5 (Perempuan)	38 (Laki-laki) 45 (Perempuan)
RUSS	4-8	6	1
CRP (mg/L)	0,29-1,78	0,75	0,55
DASH	0-23,3	2,50	7,5
MMWS	50-100	80	25

Tabel 2. Analisis korelasi dari variabel penelitian

Pasangan variabel	Koefisien korelasi (r)	Nilai p
DASH-MMWS ^a	-0.919	<0.001
RUSS-DASH ^b	-0.826	<0.001
RUSS-MMWS ^b	0.904	<0.001
CRP-DASH ^b	0.779	<0.001
CRP-MMWS ^b	-0.837	<0.001

a: Spearman correlation test; b: linear regression analysis

signifikan dengan $r = -0,826$ dan nilai $p < 0,05$. Sedangkan *linear regresison analysis* terhadap RUSS dan MMWS menghasilkan hubungan yang sangat kuat dan signifikan dengan $r = 0,904$ dan $p < 0,05$. Hasil serupa juga didapatkan pada analisis korelasi kadar CRP dengan skor DASH dan MMWS menggunakan *linear regression analysis*, yang menunjukkan kadar CRP dan skor DASH memiliki korelasi yang kuat dan signifikan dengan $r = 0,779$ dan nilai $p < 0,05$. Terlebih lagi kadar CRP dan MMWS juga memiliki korelasi inversi yang sangat kuat dan signifikan dengan $r = -0,837$ dan nilai $p < 0,05$.

DISKUSI

Sampel penelitian ini terdiri dari 17 orang laki-laki dan 18 orang perempuan. Temuan ini sesuai dengan gambaran epidemiologi fraktur distal radius yang memiliki prevalensi lebih besar pada perempuan daripada laki-laki.⁹ Selain itu, median usia laki-laki pada sampel penelitian ini didapatkan 36 tahun dan perempuan 44,5 tahun. Hal ini juga searah dengan epidemiologi fraktur ini, yakni perempuan yang mengalami fraktur memiliki rerata usia yang lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki.¹⁰

Analisis korelasi skor DASH dan MMWS juga menunjukkan korelasi inversi yang sangat kuat dan signifikan. Sebelumnya, belum terdapat penelitian yang menilai korelasi antara kedua skor tersebut. Sejumlah studi sebelumnya yang mengevaluasi skor DASH dan MMWS dengan analisis menggunakan *Pearson*

correlation test menunjukkan korelasi inversi yang sangat kuat dan signifikan dengan $r = -0,861$ dan $p < 0,05$.^{11,12} Hasil analisis tersebut juga sesuai dengan temuan penelitian ini. Skor DASH telah diteliti secara komprehensif sebelumnya, dan terbukti memiliki konsistensi internal, *test-retest*, serta responsivitas yang baik.⁵

Hasil yang serupa juga didapatkan dari analisis korelasi RUSS dan skor DASH yang menunjukkan korelasi inversi yang sangat kuat dan signifikan. Sayangnya, belum terdapat penelitian sebelumnya yang menilai secara khusus korelasi kedua skor tersebut. Terdapat dua penelitian sebelumnya yang mengevaluasi kedua skor tersebut dengan hasil berupa pada kelompok yang memiliki RUSS yang tinggi, skor DASH didapatkan lebih rendah, sehingga mendukung temuan dalam penelitian ini.^{7,13} Analisis RUSS dan MMWS menunjukkan hasil yang serupa, yaitu didapatkan korelasi yang kuat dan signifikan antara kedua variabel tersebut. Hal ini menunjukkan *union* yang lebih baik dikaitkan dengan luaran yang lebih baik. Namun, belum terdapat penelitian sebelumnya yang menilai korelasi kedua variabel ini, namun terdapat dua penelitian terdahulu yang menggunakan skor-skor ini sebagai parameter yang mendapatkan pada kelompok dengan RUSS yang lebih tinggi memiliki skor MMWS yang lebih tinggi.^{14,15} Sejumlah penelitian sebelumnya telah melaporkan hubungan antara *union* dengan luaran pada tatalaksana fraktur, walaupun tidak secara spesifik menggunakan RUSS, skor DASH, dan MMWS. Hal ini secara tidak

langsung menunjukkan hasil skor RUSS yang lebih tinggi akan menghasilkan luaran fungsional yang lebih baik.¹⁶⁻¹⁸

Linear regression analysis terhadap kadar CRP pada skor DASH dan MMWS menunjukkan korelasi yang kuat dan signifikan terhadap skor DASH dan korelasi yang sangat kuat dan signifikan terhadap MMWS. Temuan ini menunjukkan bahwa inflamasi terkontrol memiliki dampak terhadap luaran fungsional yang lebih baik. Belum ada penelitian yang menilai korelasi antara kadar CRP terhadap skor DASH maupun MMWS. Namun, telah didapatkan dengan baik bahwa respon inflamasi yang terkontrol krusial terhadap proses penyembuhan fraktur.^{19,20} Penghambatan proses inflamasi pada fase awal penyembuhan tulang berdampak pada *delayed union* dan bahkan nonunion.²¹ Sedangkan di sisi lain. Inflamasi yang berkepanjangan pada pasien dengan fraktur dikaitkan dengan luaran fungsional yang lebih buruk.^{22,23} Penelitian oleh de Jong et al menunjukkan kadar CRP pada minggu ke-4 pada pasien dengan fraktur distal radius memiliki korelasi dengan nyeri dan jangkauan gerak pergelangan tangan pasien tersebut pada minggu ke-12.²⁴ Sedangkan penelitian oleh Sadighi et al. menyimpulkan bahwa pasien dengan kadar CRP yang tinggi pada kasus-kasus fraktur dengan komorbid sindroma metabolik memiliki risiko nonunion yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan luaran fungsional yang lebih buruk.²⁵

Penelitian ini memiliki beberapa limitasi. Terbatasnya jumlah sampel menyebabkan distribusi data yang tidak normal, sehingga dapat menyebabkan bias *sampling*. Selain itu, kurangnya sampel yang memiliki kadar CRP yang tinggi dapat menyebabkan potensi bias *sampling*.

SIMPULAN

Baik skor RUSS dan MMWS memiliki korelasi yang signifikan dengan skor DASH, sehingga memungkinkan penggunaan skor ini sebagai alternatif dalam praktek sehari-hari. Di sisi lain, inflamasi terkontrol, yang dicerminkan dari kadar CRP pada minggu ke-9 pasca trauma, serta kualitas *union* yang baik, yang dinilai dengan RUSS, berkorelasi secara signifikan dengan skor DASH dan MMWS, sehingga dapat menjadi prediktor

luaran fungsional pada pasien dengan fraktur distal radius dengan tatalaksana konservatif. Sebagai saran, diperlukan penelitian yang melibatkan jumlah sampel yang besar sehingga dapat menurunkan risiko *bias* dalam penelitian.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

KELAIKAN ETIK

Informed consent dan *Ethical Clearance* telah dilakukan dan diperoleh melalui Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/RSUP Prof. Dr. dr. I.G.N.G Ngoerah (Nomor: 216/UN 14.2.2.VII.14/LT/2023).

PENDANAAN

Semua biaya yang digunakan dalam penelitian ini didanai secara pribadi oleh penulis.

KONTRIBUSI PENULIS

Ryan Putra: Penulis Utama, konsep, desain, analisis data, interpretasi data, dan revisi penelitian. Putu Astawa: Konsep, desain, analisis data, interpretasi data, dan revisi penelitian. I Ketut Suyasa: Konsep, analisis data, interpretasi data, dan revisi penelitian. Made Bramantya Karna: Konsep, desain, dan revisi penelitian

REFERENSI

- Héctor Gutiérrez-Espinoza, Araya-Quintanilla F, Cristian Olguín-Huerta, Gutiérrez-Monclus R, Valenzuela-Fuenzalida J, Román-Veas J, et al. Effectiveness of surgical versus conservative treatment of distal radius fractures in elderly patients: A systematic review and meta-analysis. 2022 May 1;108(5):103323-3.
- Sigirtmac IC, Oksuz C. Systematic review of the quality of the cross-cultural adaptations of Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH). *La Medicina del lavoro*. 2021;112(4):279-91.
- Atroshi I, Gummesson C, Andersson B, Dahlgren E, Johansson A. The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: Reliability and validity of the Swedish version evaluated in 176 patients. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 2000 Jan;71(6):613-8.
- Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH. Triangular fibrocartilage tears. *The Journal of Hand Surgery*. 1994 Jan;19(1):143-54.
- Dacombe PJ, Amirfeyz R, Davis T. Patient-Reported Outcome Measures for Hand and Wrist Trauma. *HAND*. 2016 Jan 13;11(1):11-21.
- Patel SP, Anthony SG, Zurakowski D, Didolkar MM, Kim PS, Wu JS, et al. Radiographic scoring system to evaluate union of distal radius fractures. *The Journal of Hand Surgery*. 2014 Aug 1;39(8):1471-9.
- Wisesa KIT, Kawiyan IKS, Suyasa IK. Cast immobilization and addition of platelet rich plasma in intraarticular distal radius fracture resulting a better functional outcome to the internal fixation and radius union scorings system. *Intisari Sains Medis*. 2021 Jul 23;12(2):500-3.
- Girard D, Wagner PP, Whittier DE, Boyd SK, Chapurlat R, Szulc P. C-reactive protein predicts endocortical expansion but not fracture in older men: the prospective STRAMBO study. Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA. 2023 Mar 1;34(3):539-50.
- Candela V, Di Lucia P, Carnevali C, Milanese A, Spagnoli A, Villani C, et al. Epidemiology of distal radius fractures: a detailed survey on a large sample of patients in a suburban area. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2022 Aug 30;23(1).
- Zugasti-Marquinez J, García-Reza A, Domínguez-Prado DM, Cela-López M, Oiarzábal-Alberdi I, Castro-Menéndez M. Epidemiological study of distal radius fractures in the sanitary area of Vigo. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. 2022 Jan;66(1):38-46.
- Chen M, Gittings DJ, Yang S, Liu G, Xia T. Variable-Angle Locking Compression Plate Fixation of Distal Radius Volar Rim Fractures. *The Iowa orthopaedic journal*. 2019;39(2):55-61.
- Sander AL, Sommer K, Kaiser AK, Marzi I, Frank J. Outcome of conservative treatment for triangular fibrocartilage complex lesions with stable distal radioulnar joint. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2020 Feb 8; 47(5): 1621-1625.
- Shoji KE, Earp BE, Rozental TD. The Effect of Bisphosphonates on the Clinical and Radiographic Outcomes of Distal Radius Fractures in Women. 2017 Oct 18; 43(2):115-122.
- Ballal A. Open Reduction and Volar Plate Fixation of Dorsally Displaced Distal Radius Fractures: A Prospective Study of Functional and Radiological Outcomes. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. 2016; 10(12): RC01-RC04.
- Giacinto S, Pica G, Stasi A, Scialpi L, Tomarchio A, Galeotti A, et al. The challenge of the surgical treatment of paediatric distal radius/forearm fracture: K wire vs plate fixation -outcomes assessment. *Med Glas (Zenica)*. 2021;18(1):208-15.
- Durgut F, Ozdemir A, Ergin M, Güleç A, Acar MA. The effect of single plate and double plate application on union and functional results in humeral diaphyseal nonunions. *Acta Orthopaedica Belgica*. 2022 Dec 1;88(4):727-32.
- Lindsey MH, Grisdela P, Lu L, Zhang D, Earp BE. What Are the Functional Outcomes and Pain Scores after Medial Clavicle Fracture Treatment? 2021 Sep 27;479(11):2400-7.
- Srinivasan A, Haque A, Kheiran A, Singh HP. Radiological and Long-Term Functional Outcomes of Displaced Distal Clavicle Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2023 Feb 1;37(2):89-95.
- ElHawary H, Baradaran A, Abi-Rafeh J, Vorstenbosch J, Xu L, Efanov JI. Bone Healing and Inflammation: Principles of Fracture and Repair. *Seminars in Plastic Surgery*. 2021 Aug;35(03):198-203.
- Maruyama M, Rhee C, Utsunomiya T, Zhang N, Ueno M, Yao Z, et al. Modulation of the Inflammatory Response and Bone Healing. *Frontiers in Endocrinology*. 2020 Jun 11;11:386.
- Makaram NS, Leow JM, Clement ND, Oliver WM, Ng ZH, Simpson C, et al. Risk factors associated with delayed and aseptic nonunion following tibial diaphyseal fractures managed with intramedullary nailing. *Bone & Joint Open*. 2021 Apr 1;2(4):227-35.
- Kallio P, Michelsson JE, Lalla M, Holm T. C-reactive protein in tibial fractures. Natural response to the injury and operative treatment. *The Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*. 1990 Jul 1;72(4):615-7.
- Meyer U, Jong Sgp Sandrine Bours, Ap Andrés Keszei, Arts JJ, Brink P, et al. Early Changes in Bone Density, Microarchitecture, Bone Resorption, and Inflammation Predict the Clinical Outcome 12 Weeks After Conservatively Treated Distal Radius Fractures: An Exploratory Study. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2014 Aug 20;29(9):2065-73.
- de Jong JJA. A closer look at fracture healing: fracture healing at the distal assessed using high-resolution peripheral quantitative computed tomography [thesis]. Maastricht: Maastricht University; 2017.
- Sadighi A, Bazavar M, Niafar M, Tabrizi A. Effect of metabolic syndrome on union rate of fractures. *J Anal Res Clin Med*. 2015 Mar 12;3(1):37-42.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution