

رسالة محمد بن عبد الله

ارزیابی بیومکانیکی پین‌های زیست‌تخریب‌پذیر در شکستگی‌های سر رادیوس

مقایسه عملکرد پین‌های منیزیم، روی و پلی‌لاکتید در تثبیت شکستگی‌های میسون نوع ۲

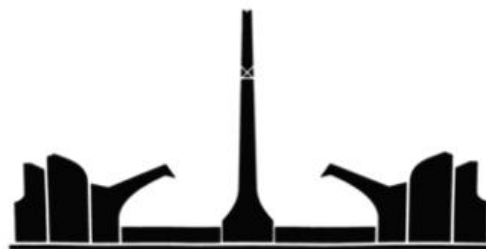
مهدی وحیدنیا

بیومکانیک سیستم‌های اسکلتی

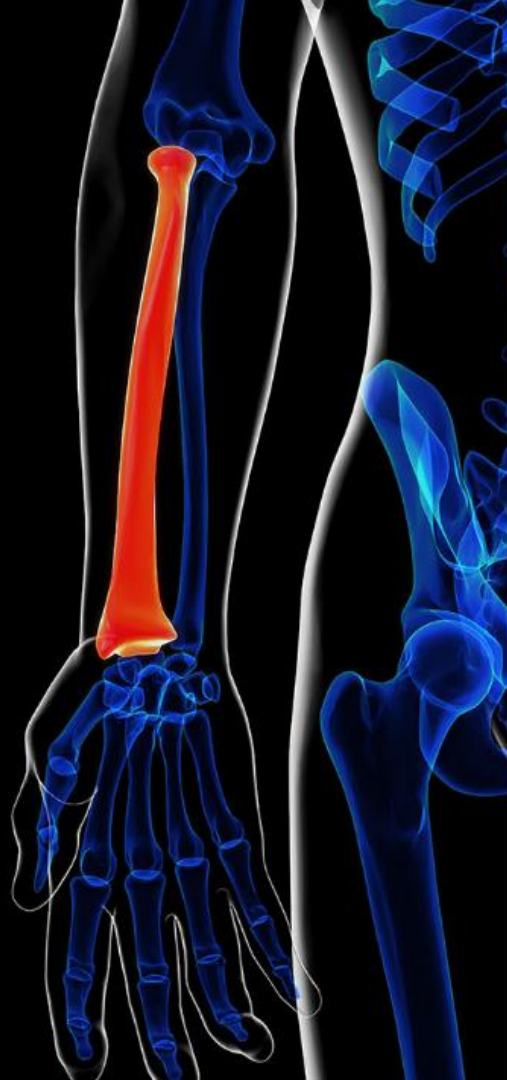
استاد مربوطه: دکتر فخاری راد

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

زمستان 1404



دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات



مقدمه

معرفی

هدف پژوهش

مواد و روش ها

انواع پپین ها

نتایج و تفسیر نتایج

چالش ها و محدودیت ها

نتیجه گیری

منابع

معرفی: شکستگی‌های سر رادیوس و چالش‌های تثبیت



شیوع و اهمیت شکستگی‌های سر رادیوس
شیوع و اهمیت شکستگی‌های سر رادیوس



چالش‌های تثبیت با ایمپلنت‌های فلزی
چالش‌های تثبیت با ایمپلنت‌های فلزی



ریسک‌های جراحی‌های برداشتن ایمپلنت
ریسک‌های جراحی‌های برداشتن ایمپلنت



Type I



Type II



Type III



Type IV



Type I



Type II



Type III



Type IV (after reduction)



هدف مطالعه: مقایسه پین‌های زیست‌تخریب‌پذیر



هدف ارزیابی بیومکانیکی
پین‌ها

هدف ارزیابی بیومکانیکی پین‌های منیزیم، روی و
پلی‌لاکتید

مواد و روش‌ها: مدل شکستگی و تست بیومکانیکی



ایجاد شکستگی استاندارد

Mason ایجاد شکستگی استاندارد
نوع ۲ در استخوان‌های مصنوعی
رادیوس



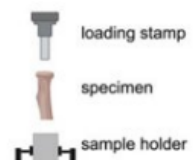
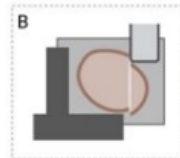
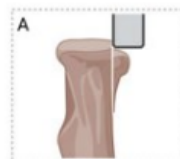
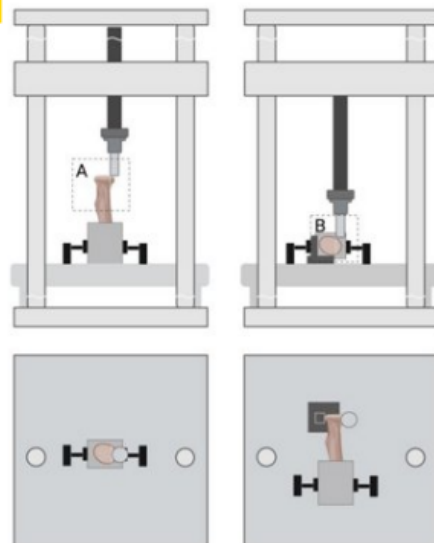
اندازه‌گیری پارامترها

اندازه‌گیری‌ها: سختی، جابه‌جایی
شکستگی و بار شکست

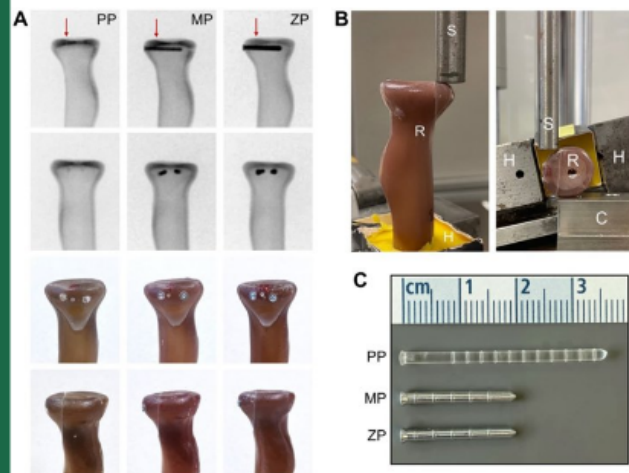


آزمون‌های بارگذاری

آزمون بارگذاری محوری و عرضی و
تست بارگذاری تا شکست



انواع پین‌ها: منیزیم، روی و پلی لاکتید



(MP) پین‌های منیزیم

آلیاژ WE43

(ZP) پین‌های روی

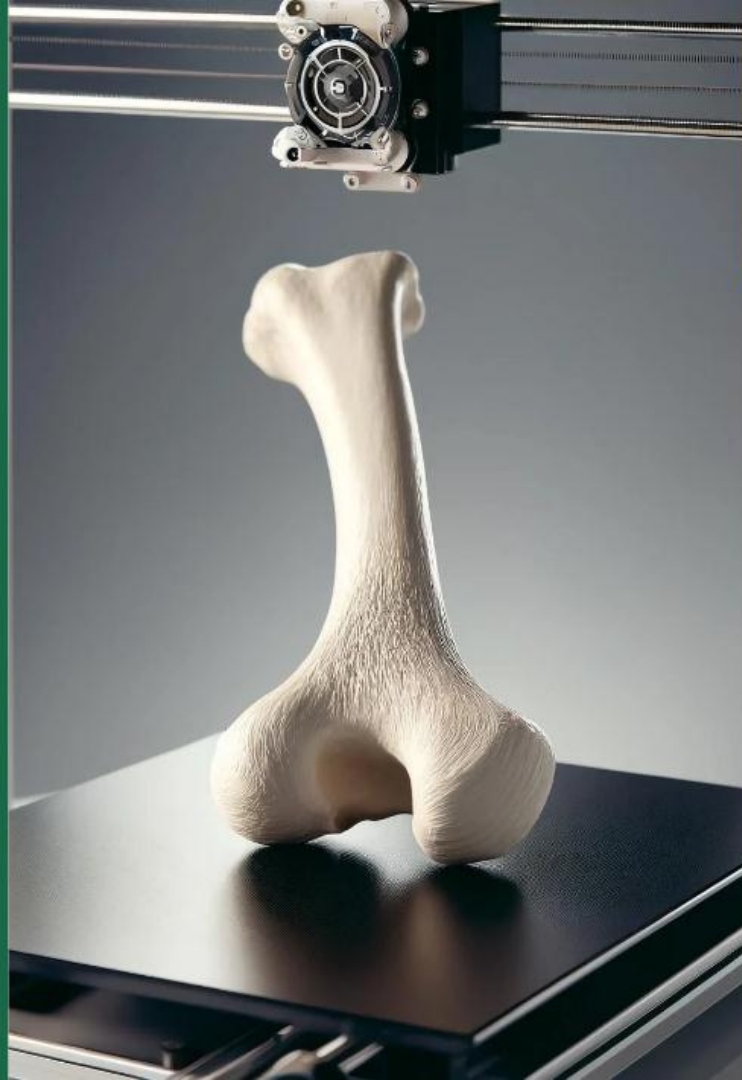
آلیاژ روی-نقره

(PP) پین‌های پلی لاکتید

پلیمری

طول ایمپلنت‌ها

استاندارد شده ۲۰ میلی‌متر



نتایج پایداری اولیه: سختی تحت بارگذاری



نتایج پایداری اولیه: سختی تحت بارگذاری

- سختی عرضی (kN/mm): MP 1.30 ± 0.31 ، ZP 0.87 ± 0.33 ، PP 0.36 ± 0.08
- سختی محوری (kN/mm): MP 1.25 ± 0.31 ، ZP 0.77 ± 0.18 ، PP 0.43 ± 0.10
- PP به طور معنی‌داری بهتر از ZP و MP عملکرد -

نتایج بارگذاری چرخه‌ای: جابه‌جایی شکستگی پس از ۱۰۰۰ چرخه

MP جابه‌جایی شکستگی برای

میلی‌متر 0.013 ± 0.003

ZP جابه‌جایی شکستگی برای

میلی‌متر 0.022 ± 0.007

PP جابه‌جایی شکستگی برای

میلی‌متر 0.038 ± 0.009

مقایسه جابه‌جایی‌ها

PP نسبت به ZP و MP جابه‌جایی کمتر با



نتایج تست بارگذاری تا شکست: بیشینه بار و جابه‌جایی

Table 1 Overall results of Biomechanical testing

Variable	Mean	SD	Median	Adj. p-value
<i>Stability transv. (kN/mm)</i>				
PP	0.360	0.081	0.351	PP vs. MP < 0.001
MP	1.300	0.308	1.374	PP vs. ZP 0.012
ZP	0.870	0.330	0.854	MP vs. ZP 0.033
<i>Stability axial (kN/mm)</i>				
PP	0.426	0.096	0.419	PP vs. MP < 0.001
MP	1.254	0.312	1.174	PP vs. ZP 0.035
ZP	0.771	0.180	0.790	MP vs. ZP 0.004
<i>Displacement after 1,000 cycles (mm)</i>				
PP	0.038	0.009	0.035	PP vs. MP < 0.001
MP	0.013	0.003	0.014	PP vs. ZP 0.003
ZP	0.022	0.007	0.021	MP vs. ZP 0.062
<i>Load-to-failure (N) at 2 mm displacement</i>				
PP	215	53	207	PP vs. MP 0.032
MP	282	26	288	PP vs. ZP 0.164
ZP	261	38	262	MP vs. ZP 0.650
<i>Max. Load (N) until construct failure</i>				
PP	253	48	249	PP vs. MP 0.010
MP	341	17	342	PP vs. ZP 0.041
ZP	322	58	329	MP vs. ZP 0.755

نتایج تست بارگذاری تا شکست: بیشینه بار و جابه‌جایی



MP: بار شکست در ۲ میلی‌متر جابه‌جایی (نیوتن) -

282±26، ZP 261±38، PP 215±53

MP 341±17، بیشینه بار تا شکست کامل (نیوتن) -

ZP 322±58، PP 253±48

دارند PP عملکرد بسیار بهتری نسبت به ZP و MP -

حالت‌های شکست ایمپلنت: شکست در برابر خمش

01

شکست پین‌های پلی‌لاکتید

پین‌های پلی‌لاکتید تحت بار حداکثر شکستند

02

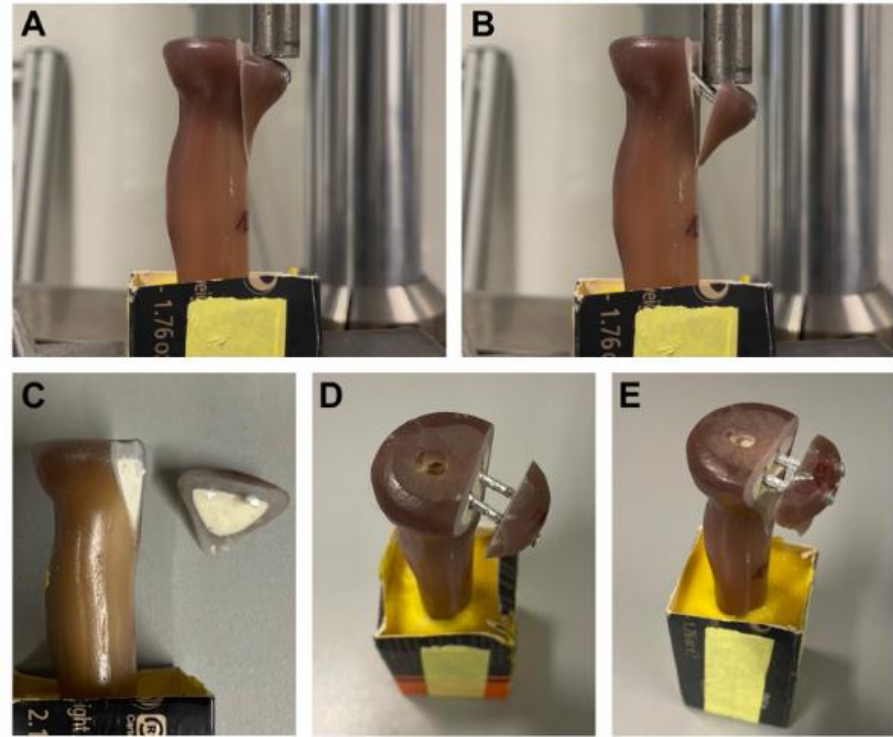
رفتار پین‌های منیزیم و روی

پین‌های منیزیم و روی دچار خمش شدند

03

مزیت شکست به صورت خمش

شکست به صورت خمش در شرایط بالینی مطلوب‌تر است



بحث: تفسیر نتایج و پیامدهای بالینی



بین‌های منیزیم بهترین پشتیبانی بیومکانیکی را نشان دادند

بین‌های منیزیم در آزمایش‌ها بهترین عملکرد را در ارائه پشتیبانی بیومکانیکی داشتند.



بین‌های روی عملکرد نزدیک به منیزیم داشتند

بین‌های روی عملکرد مشابهی با بین‌های منیزیم در تست‌ها نشان دادند.



هر دو بهتر از پلی‌لاکتید بودند

بین‌های منیزیم و روی هر دو نسبت به بین‌های پلی‌لاکتید عملکرد بهتری ارائه دادند.



امکان توانبخشی زودتر و کاهش عوارض

استفاده از بین‌های منیزیم و روی می‌تواند منجر به توانبخشی زودتر و کاهش عوارض بعد از درمان شود.

محدودیت‌ها و مسیرهای پژوهشی آینده

محدودیت‌های مطالعات آزمایشگاهی



نبود بافت نرم و بارهای دینامیک مفصل

حجم نمونه کوچک

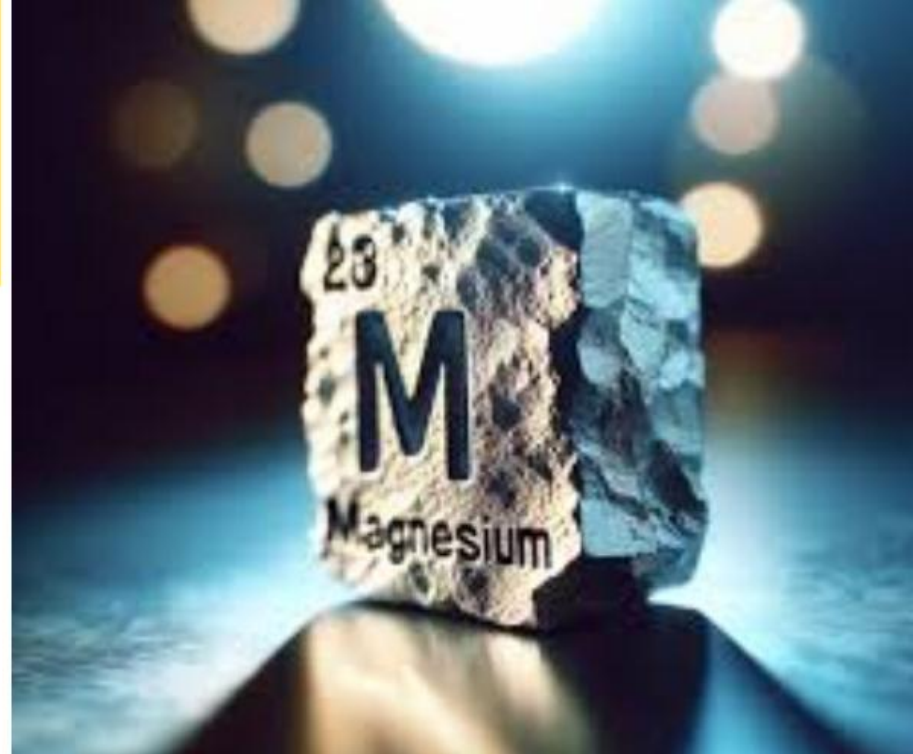


حجم نمونه کوچک که در مطالعات
بیومکانیکی معمول است

نیاز به مطالعات بالینی و کالبدشکافی



نیاز به مطالعات بالینی و کالبدشکافی



نتیجه‌گیری: مزایای بیومکانیکی پین‌های فلزی



پایداری و ظرفیت تحمل بار بالا

پین‌های منیزیم و روی زیست‌تخریب‌پذیر پایداری اولیه و ظرفیت تحمل بار بالاتری دارند



امیدواری پین‌های روی

پین‌های روی گزینه‌ای امیدوارکننده بدون شکست ایمپلنت



نیاز به تحقیقات بیشتر

توصیه به تحقیقات و کاربرد بالینی بیشتر

1. Duckworth AD, Clement ND, Jenkins PJ, Aitken SA, Court-Brown CM, McQueen MM. The epidemiology of radial head and neck fractures. *J Hand Surg Am.* 2012;37:112–9.
2. Ghayyad K, Kapoor S, Beaudoin TF, et al. Trends in treatment and epidemiology of radial head fractures. *Shoulder Elb.* 2025;17585732241303156.
3. Beingessner DM, Dunning CE, Beingessner CJ, Johnson JA, King GJW. The effect of radial head fracture size on radiocapitellar joint stability. *Clin Biomech.* 2003;18:677–81.
4. Morrey BF, An K-N. Stability of the elbow: osseous constraints. *J Shoulder Elb Surg.* 2005;14(1 Suppl S):S174–8.
5. Morrey BF, An KN. Articular and ligamentous contributions to the stability of the elbow joint. *Am J Sports Med.* 1983;11:315–9.
6. Kaas L, van Riet RP, Vroemen JPAM, Eygendaal D. The incidence of associated fractures of the upper limb in fractures of the radial head. *Strateg Trauma Limb Reconstr.* 2008;3:71–4.
7. Nietschke R, Burkhart KJ, Hollinger B, Dehlinger FI, Zimmerer A, Schneider MM. Reasons for surgical revision after conservatively treated radial head fractures-retrospective study of 70 patients. *Obere Extremität.* 2018;13:112–20.
8. Herbertsson P, Josefsson PO, Hasselius R, Karlsson C, Besjakov J, Karlsson MK. Displaced Mason type I fractures of the radial head and neck in adults: a fifteen-to thirty-three-year follow-up study. *J Shoulder Elb Surg.* 2005;14:73–7.
9. Duckworth AD, Watson BS, Will EM, et al. Radial head and neck fractures: functional results and predictors of outcome. *J Trauma.* 2011;71:643–8.
10. Mahmoud SSS, Moideen AN, Kotwal R, Mohanty K. Management of Mason type I radial head fractures: a regional survey and a review of literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24:1133–7.
11. Akesson T, Herbertsson P, Josefsson P-O, Hasselius R, Besjakov J, Karlsson MK. Primary nonoperative treatment of moderately displaced two-part fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:1909–14.
12. von Glinski A, Rausch V, Königshausen M, et al. Instability after operative and conservative treatment of isolated Mason type II fractures. *Unfallchirurg.* 2019;122:219–24.
13. Mannan M, Hamid MA, Shrivastava N, Akbar R, Sarwar AR. Functional outcomes of radial head fractures treated with open reduction and internal fixation (ORIF). *Cureus.* 2024;16:e74801.
14. Swensen SJ, Tyagi V, Uquillas C, Shakked RJ, Yoon RS, Liporace FA. Maximizing outcomes in the treatment of radial head fractures. *J Orthop Traumatol.* 2019;20:15.
15. Zwingmann J, Welzel M, Dovi-Akue D, Schmal H, Südkamp NP, Strohm PC. Clinical results after different operative treatment methods of radial head and neck fractures: a systematic review and meta-analysis of clinical outcome. *Injury.* 2013;44:1540–50.
16. Rehm KE, Helling HJ, Gatzka C. New developments in the application of resorbable implants. *Orthopade.* 1997;26:489–97.
17. Azib N, de Klerk HH, Verhaegh R, et al. Type of fixation is not associated with range of motion after operative treatment of proximal radius fractures- a systematic review of 519 patients. *JSES Int.* 2024;8:1126–36.
18. Zhang X, Gong L, Ma H, Liu J, Duan X. Biomechanical comparison of different internal fixation devices for transversely unstable Mason type II radial head fractures. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023;11:1259496.
19. Reimer H, Kreibich M, Kuckartz A, Oettinger W. Results of modern osteosynthesis procedures in fractures of the radial head—are conservative therapy, bone pin osteosynthesis or primary resection still allowed? *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd.* 1996;113:934–7.
20. Afifi A, Othman M, Moharram AN, Abdel-Ati EA. Miniplates vs. headless screws for fixation of displaced radial head fractures: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elb Surg.* 2025;34:10–7.
21. McAlister I, Sems SA. Arthrofibrosis after periarticular fracture fixation. *Orthop Clin.* 2016;47:345–55.
22. Wagner FC, Polossek L, Yilmaz T, et al. Biodegradable magnesium vs. polylactide pins for radial head fracture stabilization: a biomechanical study. *J Shoulder Elb Surg.* 2021;30:365–72.
23. Lee C-H, Woo S, Choi HD. Results of the use of bioabsorbable magnesium screws for surgical treatment of Mason type II radial head fractures. *Clin Orthop Surg.* 2023;15:1013–21.
24. Prokop A, Chmielnicki M. Management of dislocated radial head fractures with biodegradable implants. *Z Orthop Unfall.* 2013;151:565–8.