

BIOMECHANICKÁ MĚŘENÍ U ZEVNÍCH FIXÁTORŮ PRO LÉČBU OTEVŘENÝCH NESTABILNÍCH ZLOMENIN

BIOMECHANICAL MEASUREMENTS FOR EXTERNAL FIXATORS INTENDED FOR CURING UNSTABLE FRACTURES

Karel Rozum, Leopold Pleva, Jaroslav Melecký¹

Abstract:

The Traumatology Centre of the Faculty Hospital with the Polyclinic in Ostrava-Poruba has already been concerned with problems of curing the unstable fractures by means of external fixators for a long time. In the contribution, biomechanical measurements taken at the Department of Production Machine and Design of VŠB-Technical University of Ostrava for two external shank fixators are described. Results of the measurements are compared with those of other types of fixators used in the country and abroad.

Klíčová slova: Nestabilní zlomenina, zevní fixátor, biomechanika, kost, přenos sil, deformace, tenzometrický snímač, dynamometrický snímač, laboratorní zkušební zařízení, vyhodnocení.

Úvod

Katedra výrobních strojů a konstruování spolupracuje při vývoji zevních fixátorů pro léčbu nestabilních zlomenin s Traumatologickým centrem Fakultní nemocnice s poliklinikou v Ostravě - Porubě.

Pro léčbu nestabilních zlomenin v oblasti bérce se u nás i v zahraničí používá celá řada různých typů zevních fixátorů. Pro srovnání byla provedena biomechanická měření na dvou zevních fixátorech vyvinutých u nás, a to fixátoru MCD a DYNAFIX PK. Výsledky byly srovnány s jinými typy zahraničních fixátorů používaných pro léčbu nestabilních zlomenin v oblasti bérce.

Léčení otevřených zlomenin končetin nestabilního typu je stále nevyřešeným problémem úrazové chirurgie. Jednou z léčebných metod je repozice a stabilizace zlomeniny zevním fixátorem. Vzhledem k tomu, že dosavadní zevní fixátory u nás vyráběné v praxi plně nevyhovovaly, byly na Traumatologickém centru FN sP Ostrava ve spolupráci s VŠB-TU Ostrava vyvinuty dva typy zevních fixátorů, a to kruhovitý typ (MCD) a unilaterální (Dynafix PK). Biomechanickými zkouškami provedenými ve spolupráci s Traumatologickým centrem

¹ Doc. Ing. Karel Rozum, CSc., VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, e-mail: karel.rozum@vsb.cz

Doc. MUDr. Leopold Pleva, CSc., primář Traumatologického centra, FN sP, 17. listopadu 1790, 708 52, Ostrava-Poruba, e-mail: leopold.pleva@fnspo.cz

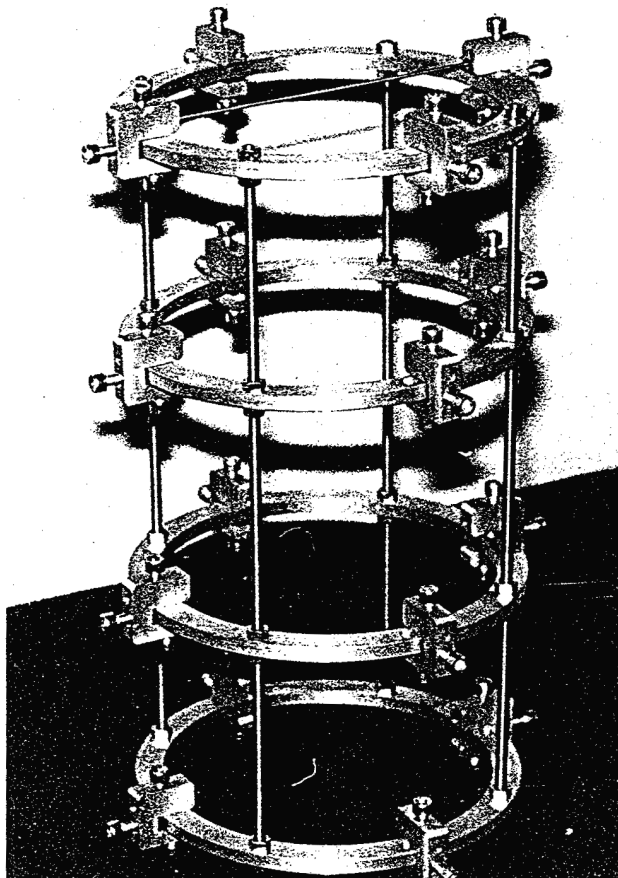
Dr. Ing. Jaroslav Melecký, odborný asistent, VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, e-mail: jaroslav.melecky@vsb.cz

FN a s fakultou strojní VŠB-TU Ostrava byla porovnána biomechanická pevnost našich fixátorů s fixátory zahraničními a výsledky zkoušek prokázaly srovnatelné, ale v některých případech i lepší biomechanické parametry. Oba typy zevních fixátorů jsou nyní v praxi s dobrými výsledky používány.

1 Biomechanická měření na zevních fixátorech MCD a DYNAFIX PK

1.1 Fixátor MCD

Pohled na zevní fixátor MCD je uveden na obr. 1.



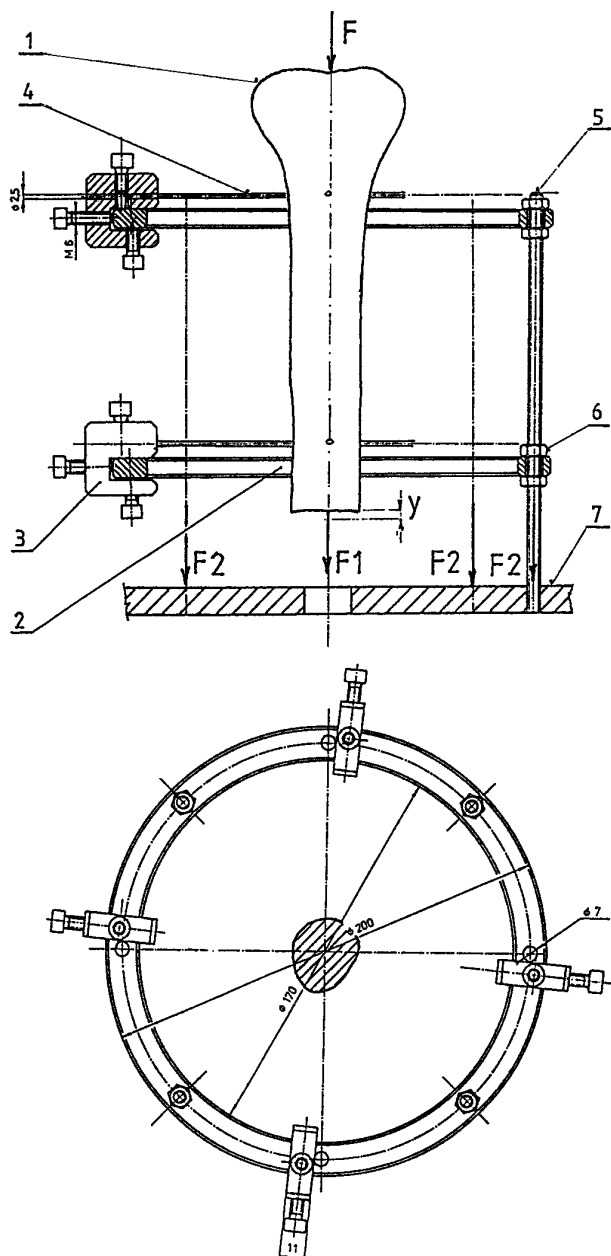
Obr. 1 Zevní fixátor MCD

Jako základ pro měření byla vzata polovina fixátoru (obr. 2) s reálnou kostí, na rozdíl od údajů z literatury, kdy bylo rovněž měřeno na polovině fixátoru, ale s dřevěným modelem kosti. Ve fixátoru byla kost uchycena tak jako v praxi pomocí čtyř drátů 4 uchycených ve třmenech 3, třmeny byly uchyceny pomocí šroubů k prstencům 2. Oba prstence byly propojeny pomocí rozpěrných tyčí 5 a matic 6. Fixátor byl uchycen (vetknut) k základové desce 7. Otvor v základové desce 7 sloužil pro umístění měřicího zařízení - snímání posuvu y a přenášené síly F_1 .

Pro stanovení napínavé síly v drátech 4 fixátoru byly navrženy a použity čtyři tenzometrické snímače (rozsah 0 - 1 kN), vždy jeden snímač pro jeden drát.

Princip přenosu zatěžující síly F přes fixátor a kost je na obr. 2. Část síly se přenáší přes dráty, nosné prstence a rozpěrné tyče (síla F_2), zbývající část síly F je přenášena kostí (síla F_1).

Pro vyvozování základní zatěžující síly F na kost bylo použito laboratorní zkušební zařízení typ ZD 10/90, které je na katedře k dispozici. Schéma uchycení fixátoru ve zkušebním zařízení ukazuje obr. 3. V pevném základním rámu 1 je umístěna pohyblivá část zařízení 2 s pohonem 7, pomocí kterého se vyvozuje zatěžující síla F . Fixátor s kostí se vložil do dalšího pevného rámu 3, zavěšeného přes silový snímač 4 na základní, pevný rám 1. Signál ze snímače 4 se přenáší na ukazovací a registrační zařízení 9. Pro snímání posunu kosti y a síly F_1 byl použit dynamometrický snímač 6 (rozsah 0 - 600 N), umístěný pod fixátorem na pevné části 3 a propojený s kostí stavitelnou rozpěrnou tyčinkou 8.

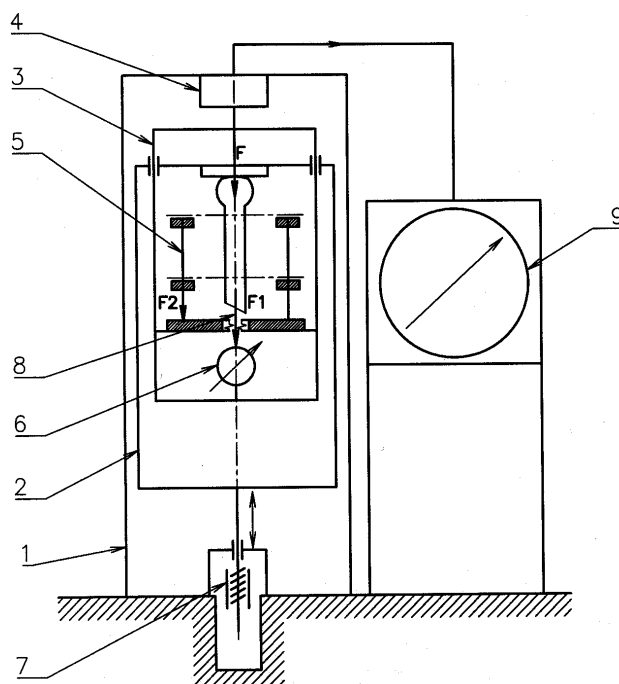


Obr. 2 Princip měření na zevním fixátoru MCD

Při měření byla sledována závislost deformace y na zatěžující síle F . Před měřením byly u fixátoru nataženy všechny čtyři dráty, každý napínací silou 600 N.

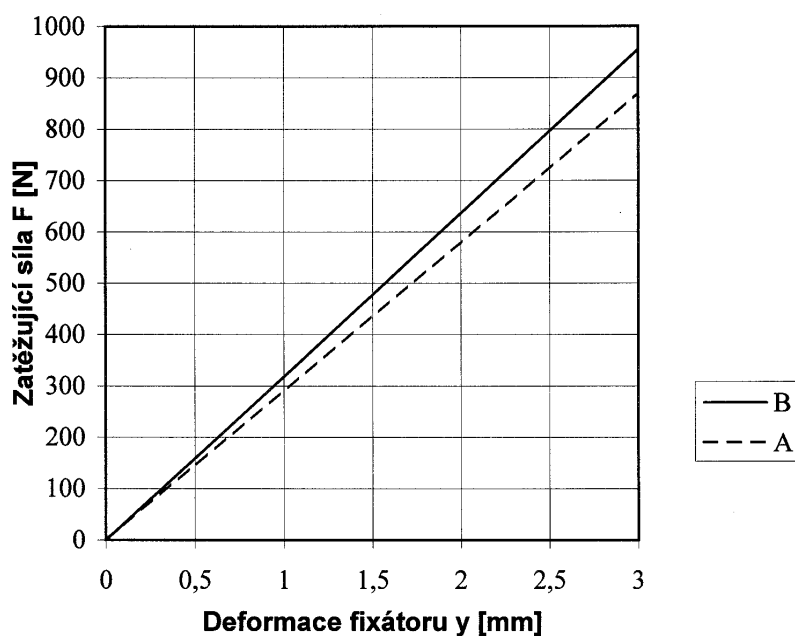
Na laboratorním zkušebním zařízení se postupně vyvozovala zatěžující síla F v hodnotách 200, 300, 400, 500, 600, 700 a 800 N a odečítala se deformace dynamometru y v dílcích stupnice číselníkového úchylkoměru.

Po tomto měření byla u fixátoru provedena „distrakce“ tzn., že horní nosný prstenec byl posunut dále vůči spodnímu pomocí stavěcích matic o 1 mm. Princip měření byl obdobný jako v předchozím případě.



Obr. 3 Schéma uchycení fixátoru ve zkušebním zařízení ZD 10/90

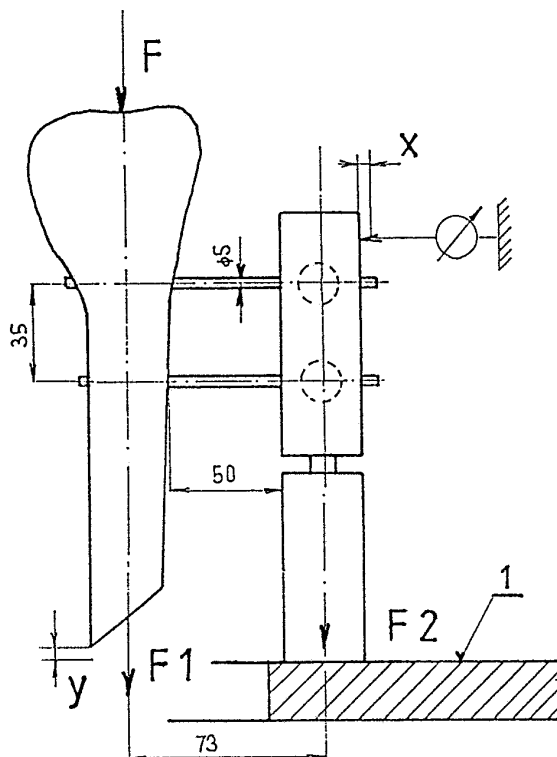
Naměřené hodnoty závislosti zatěžující síly F a deformace fixátoru y před A a po „distrakci“ B uvádí graf na obr. 4.



Obr. 4 Graf závislosti zatěžující síly F a deformace fixátoru (MCD) y před A a po B „distrakci“

1.2 Fixátor DYNAFIX PK

Jako základ pro měření byla rovněž vzata polovina fixátoru jako v předchozím případě. Fixátor s kostí byl uchycen k základové desce 1. Princip přenosu zatěžující síly F je na obr. 5.



Obr. 5 Princip měření na zevním fixátoru DYNAFIX PK

Pro měření bylo rovněž použito laboratorní zkušební zařízení ZD 10/90. Také uchycení fixátoru s kostí v laboratorním zkušebním zařízení bylo obdobné, tak jak je popsáno výše. Pro snímání posuvu kosti y a síly $F1$ byl použit dynamometr (rozsah 0 - 2 kN). Posuv x byl měřen číselníkovým úchylkoměrem.

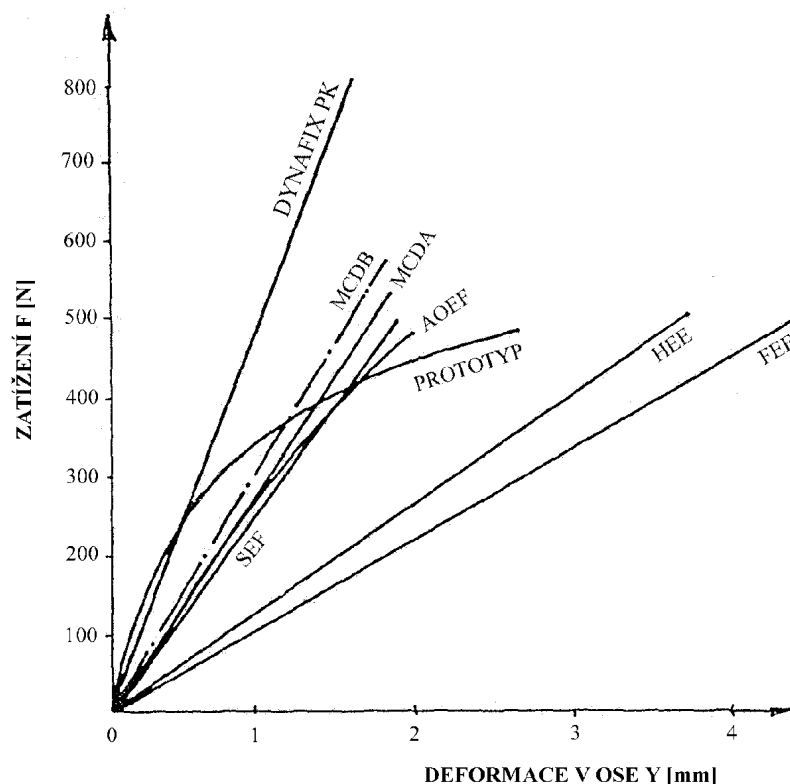
1.3 Vyhodnocení měření

Naměřené hodnoty deformace na fixátorech byly srovnány s měřeními, provedenými na vnějších fixátorech různých typů, tak jak jsou uvedeny v literatuře [1] - [8]. Srovnání je uvedeno v grafu na obr. 6. V tomto grafu nese fixátor MCD (před „distrakcí“) označení MCD A, a fixátor MCD (po „distrakci“) označení MCD B.

2 Závěr

Byla provedena biomechanická měření na dvou typech zevních fixátorů, fixátoru MCD a fixátoru DYNAFIX PK (vyvinutých a používaných u nás), pro léčení otevřených nestabilních zlomenin bérce.

Ze srovnání výsledků biomechanických měření deformace fixátorů s fixátory jiných provedení je zřejmé, že charakteristika deformace fixátorů MCD a DYNAFIX PK je srovnatelná s fixátory jiných provedení a v některých případech je dokonce lepší. Výsledky biomechanických měření se plně prokázaly v klinické praxi, kdy za poslední 3 roky bylo léčeno těmito zevními fixátory 220 pacientů s velmi dobrými výsledky.



Obr. 6 Deformace různých typů fixátorů v závislosti na zatěžující síle

3 Literatura

- [1] Hans, K. Unfhoff: Current Concepts of External Fixation of Fractures, New York, 1982, s. 442.
- [2] Bowker, P., Condie, D. N. et al.: Biomechanical Basis of Orthotic Management. Butterworth – Heinemann, 1993, s. 70 – 79.
- [3] Hierholzer, G.: Manual on the AO/ASIF Tubular External Fixator, 1985, Springer-Verlag, Berlin.
- [4] Ilizarov, G. A.: Transosseous osteosynthesis Springer, 1992, 800 s.
- [5] Jahna, H., Wittich, H.: Konservative Methoden in der Frakturbehandlung.
- [6] Kim, W. Y., Hearn, T. C.: Effect of Pin Location on Stability of Pelvic External Fixation. Clinical Orthopaedics and Related Research, No 361, 1999, s. 237 – 244.
- [7] Kraus, E., Schickewer, W.: Biomechanische Untersuchungen zur Stabilität interner Osteosyntheseverfahren am hinteren Beckenring. Akt. Traumatolog. 29, 1999, s. 48 – 53.
- [8] Liu, J. et al.: Strength of the Pin Bone Interface of External Pins in The Iliac Crest. Clinical Orthopaedics and Related Research, No 310, 1995, s. 237 – 244.