

Experimentální Analýza Napětí 2005

EXPERIMENTAL MEASUREMENT OF THE LUMBAR SPINE KINEMATICS

EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ KINEMATIKY SEGMENTU LUMBÁLNÍ PÁTEŘE

Jirková L.¹, Horák Z.², Tichý P., Sedláček R.

The purpose of the present study was to experimental measurement the lumbar spine stiffness and range of motion. During experimental measurement was observed deflection of lumbar spine segment due to moment of flexion. From measured data was determinate stiffness of spine segment. In the Laboratory of Human Biomechanics is developed a new type of total intervertebral disc replacement and results obtained from this experimental measurement was used for engineering design of this replacement.

Keywords

Lumbar, spine, kinematics

Úvod

Onemocnění páteře a s tím související bolest zad, je celosvětovým problémem nejen u starších lidí. Tyto potíže začínají již u dětí v předškolním věku, z důvodu nedostatku pohybu, špatné životosprávy a nošení nevhodné obuvi. Nejčastějšími onemocněními jsou skolióza páteře, výrůstky na obratlích, výhřez meziobratlové ploténky. Páteř je složena z těl obratlů, vazivového aparátu a meziobratlových plotének, které jsou umístěny mezi jednotlivými těly obratlů. Obratle tvoří pevnou složku tohoto pohybového segmentu. Pružnou složku tvoří spolu s meziobratlovými ploténkami také kloubní spojení obratlů, vazy a šlachy. Meziobratlové ploténky plní významnou funkci tlumení. Spojení těchto pevných a pružných komponent tvoří páteř. Díky těmto složkám je páteř dokonale pohyblivou jednotkou. Základní biomechanickou vlastností vazů a šlach, kterými jsou spojeny jednotlivé páteřní komponenty je pružnost a poddajnost. Tyto biomechanické vlastnosti mají značný vliv na určení a popsání skutečného pohybu, který je pro páteř jako celek charakteristický. Cílem exp. měření je zjistit pohyblivost páteře a sledovat odezvu páteře na její zatížení. Při exp. měření byla zjištěna výchylka segmentu páteře způsobená zatížením ohybovým momentem. Z takto naměřených dat pak byla stanovena tuhost segmentu. V laboratoři biomechaniky člověka je vyvíjen nový typ totální náhrady meziobratlového disku a výsledky tohoto experimentálního měření byly použity při provedení návrhu této náhrady. Naměřené hodnoty slouží jako vstupní data pro výpočet náhrady meziobratlového disku.

¹ Lenka Jirková, ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, Technická 4, Praha 6 166 07, Česká republika, tel: + 420 2 2435 2527, e-mail: iluze-lenka@seznam.cz

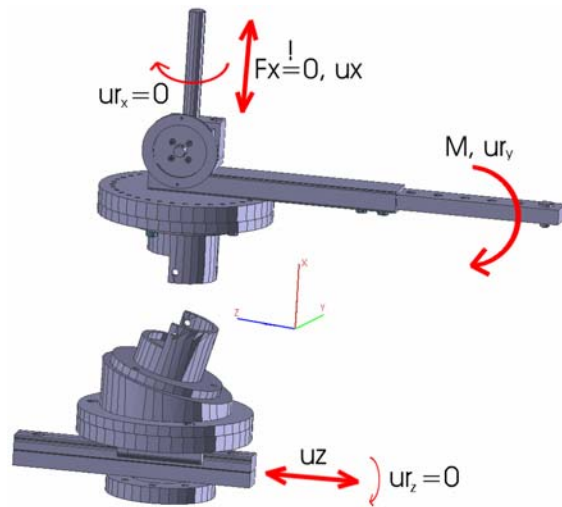
² Ing. Zdeněk Horák, ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, Technická 4, 166 07 Praha 6, Česká republika, tel.: +420 224 352 527, e-mail: horakz@biomed.fsid.cvut.cz

Metoda

Funkce měřicího zařízení SETL 20 (viz Obr. 1.): Celé exp. měření bylo prováděno na stroji MTS, kde bylo upnuto měřicí zařízení. Měřicím zařízením byl vyvozen čistý ohybový moment a měřena výchylka. Proto, aby vlivem zatížení nedocházelo k přidavným momentům, bylo měření řízeno podmínkou $F_x=0$ a zároveň byly volné posuvy u_z , u_x (viz Obr. 2.). Z momentu M a výchylky φ byla vypočítána tuhost k dle vztahu [1]

$$k = \frac{M}{\varphi} \quad \left[\frac{N.mm}{deg} \right] \quad [1]$$

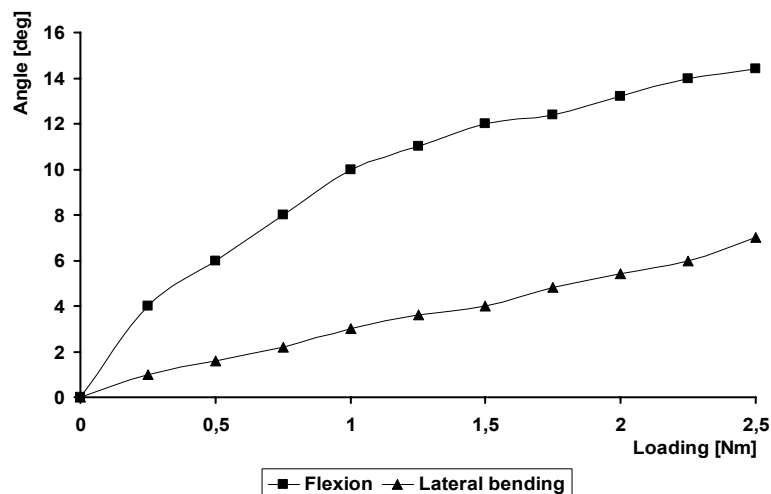
Úhel natočení byl měřen inkrementálním snímačem s přesností $0,01^\circ$. Zatěžování bylo statické bez setrvačných účinků. Po ustálení byla odečtena hodnota. Měření bylo nezávislé na čase a bylo provedeno ve čtyřech rovinách při extenzi, flexi, abdukci i addukci. Maximální zatížení při měření dosahovalo hodnoty 20 Nm. Zařízení slouží jako samostatná jednotka pro upnutí segmentu tří lumbálních obratlů (navzájem spojených kloubním spojením a vazy). Jako vzorky byly použity bederní obratle z prasete domácího. Měření bylo provedeno na 5 vzorcích. Vzorky byly uchovány zmražené, těsně před měřením byly rozmrazeny. Obratle byly nejdříve fixovány třemi šrouby a nakonec ustaveny kostním cementem.



Obr. 1.: Měřicí přípravek SETL20 Obr.2. Schematické zobrazení funkce měřicího přípravku

Výsledky

Naměřené hodnoty byly vyneseny do grafu a následně proloženy křivkou. Křivka se mění v závislosti na poddajnosti vazů a šlach spojujících páteřní segmenty. Výsledky pěti změřených vzorků prasečích obratlů se liší max. o 5%. Tato odchylka je způsobena rozdílným stářím a velikostí prasat. Úhel natočení segmentu při flexi byl naměřen $14.2 \pm 2.3^\circ$, při extenzi $9.7 \pm 1.8^\circ$, při abdukci a addukci $7.3 \pm 1.7^\circ$ (viz graf 1.).



Graf 1.: Graf tuhosti páteře

Závěr

Metodika měření lumbální páteře byla ověřena a lze ji použít pro měření tuhosti lidské páteře. Z analýzy vyplynulo, že 5 měřených vzorků je málo pro relevantní statistické vyhodnocení. Pro další využití tohoto zařízení by bylo optimální vylepšit funkci zařízení tak, aby bylo možno provádět měření v závislosti na čase.

Poděkování:

Tato práce vznikla za podpory grantu: Výzkum biokompatibilních materiálů vhodných pro výrobu nového typu spinální náhrady č. 106/05/2174, České grantové agentury

Literatura

- [1] Steffen T., Rubin R., Baramki H., Antoniou J., Marchesi D., Aebi M., *3-D Lumbar Spinal Kinematics Measurements: Method, Validation and Results*; McGill University Orthopaedic research laboratory, Canada. <http://www.orl.mcgill.ca/projects/invivo/invivo.html>
- [2] Bergmann G. et al, *Load Measurements at Spinal Fixators*, Free University of Berlin, Benjamin Franklin School of Medicine, Biomechanics Laboratory, Berlin, Germany, <http://www.medizin.fu-berlin.de/biomechanik/Homefrme.htm>
- [3] Morlock M. M., Bonin V. et al, Determination of the in vivo loading of the lumbar spine with a new approach directly at the workplace – first results for nurses, *Clinical Biomechanics*, 15, pp. 549-558, 2000