

POSTURÁLNÍ STABILITA STOJE ČLENŮ IZS VYUŽÍVAJÍCÍCH BALISTICKÉ VESTY

**Slavka Čubanová, Veronika Kotolová, Jan Hýbl, Petr Volf, Jan Hejda,
Marek Sokol, Lydie Leová, Patrik Kutílek**

Katedra zdravotnických oborů a obrany obyvatelstva, Fakulta biomedicínského
inženýrství, ČVUT v Praze

ABSTRAKT

Posturografie je obecný název pro techniky používané k hodnocení posturální stability těla. Nejdůležitější funkcí těchto pomůcek je ochrana nositele před zraněním. Pro použití v praxi je však důležité i zajistit určitý komfort při nošení. Tyto pomůcky ve formě například balistické vesty, helmy, ochranných obleků pro hasiče atd. často stěžují samotný pohyb, jsou však pro vykonání některých úkolů nezbytné a nejde se bez nich obejít. V rámci ergonomické optimalizace těchto ochranných pomůcek jsme se zaměřili na měření posturální stability uživatelů ochranných vest. Zajímá nás, jestli a jak ovlivňuje nošení ochranných pomůcek posturální stabilitu členů IZS a jakým způsobem můžeme zvýšit komfort při nošení právě těchto nezbytných ochranných pomůcek. Navržený postup měření a následné zpracování výsledků ukazuje na statisticky významné rozdíly v posturální stabilitě při použití ochranných pomůcek.

KLÍČOVÁ SLOVA

posturografie, posturální stabilita, CoP, ochranné pomůcky, IZS, balistická vesta

Úvod

Zátěž na tělo působící může vycházet z vnitřního prostředí nebo z vnějšího prostředí. Důležité je rozlišovat posturální zátěž a zátěž, která je nutná k provedení daného pohybu[1]. Při jakémkoli pohybu je dobrá úroveň posturální stability velmi důležitá [2,3]. V této práci se zabýváme tím, jak a jestli je posturální stabilita příslušníků IZS ovlivněna nošením ochranných pomůcek jako je např. balistické vesty. Balistická vesta je speciální vesta, která slouží k ochraně před zraněním střelou nebo úderem a je obvykle vyrobená z těžkých materiálů, jako jsou kevlar, keramické materiály, kovy atd. Nošení balistické vesty může mít vliv na těžiště člověka. Člověk se snaží kompenzovat dodatečnou váhu balistické vesty tak, aby udržel rovnováhu. To může vést k nezdravým pohybovým mechanismům a zvýšenému riziku poranění. Proto je důležité zvolit správný druh vesty, která odpovídá potřebám konkrétního uživatele v závislosti na jeho profesi a pracovních podmínkách.

Posturální stabilitu můžeme měřit různými způsoby. Mezi často použité nástroje patří siloměrné plošiny, které nám umožní získat tzv. stabilometrická data [3]. V naší studii jsme se zaměřili na měření stability během statické polohy těla (stoji) pro zjištění úrovně posturální stability u příslušníků IZS a to s balistickou vestou a bez balistické vesty. Metoda statické posturografie vychází z konceptu, že při stoji dochází ke změně působení reakčních sil CoP (Centre of pressure), [4 -8].

MATERIÁLY A METODY

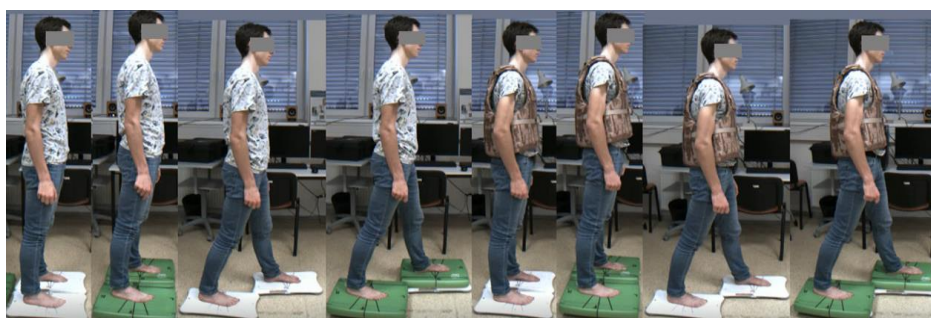
Pro měření posturální stability používáme dvojici tenzometrických plošin Nintendo Wii Balance Board (Obr. 1), což jsou tlakové podložky vyvinuté firmou Nintendo v roce 2007. Dále k měření používáme pěnové balanční podložky (Obr.1) s ohledem na hodnocení vlivu změny proprioceptivní informace [10].



Obr. 1 Nintendo Wii Balance Board a použitá pěnová balanční podložka

Důležitá je i volba vhodných statických poloh při měření (Obr. 2.) Může se jednat o klasický vzpřímený stoj, střeh, stoj na jedné noze atd. Proband může stát na balanční podložce nebo přímo na měřicích plošinách. Změna může nastat i pokud proband při měření zavře oči.

Ve studii se participovali probandi tj. 19 dobrovolníků z řad příslušníků IZS (věk: průměr 24, min. 19, max. 35; BMI: průměr 23, min. 19, max. 27). Probandi neměli žádné zdravotní problémy a byli aktivními členy IZS.



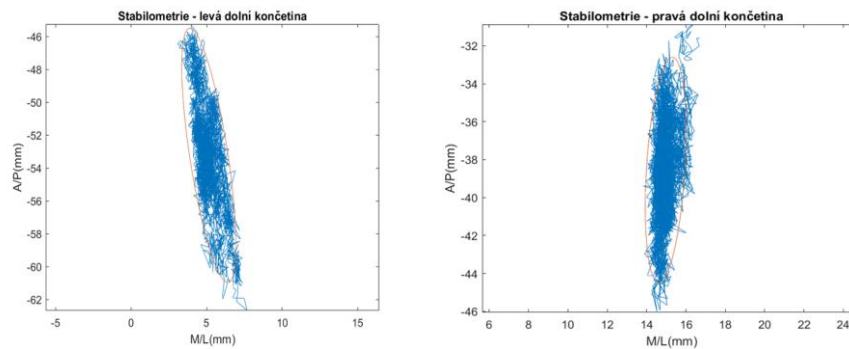
Obr.2 Statické polohy těla použité během měření

Měření statické posturální stability probíhalo v laboratoři ČVUT, kde bylo zajištěno stabilní prostředí pro samotné měření. Měření v každé z osmi pozic probíhalo po dobu jedné minuty. Polohy: stoj bez vesty a bez balanční podložky; stoj bez vesty s balanční podložkou; stoj výpad bez vesty a bez balanční podložky; stoj výpad bez vesty s balanční podložkou; stoj s vestou bez balanční podložky; stoj s vestou a s balanční podložkou; stoj výpad s vestou bez balanční podložky; stoj výpad s vestou a s balanční podložkou. Při každé změně polohy, měl proband dostatek času a sám si určil začátek měření, tak aby byl dostatečně připraven. Tím se eliminovaly nežádoucí pohyby, které by mohly zkreslit měření.

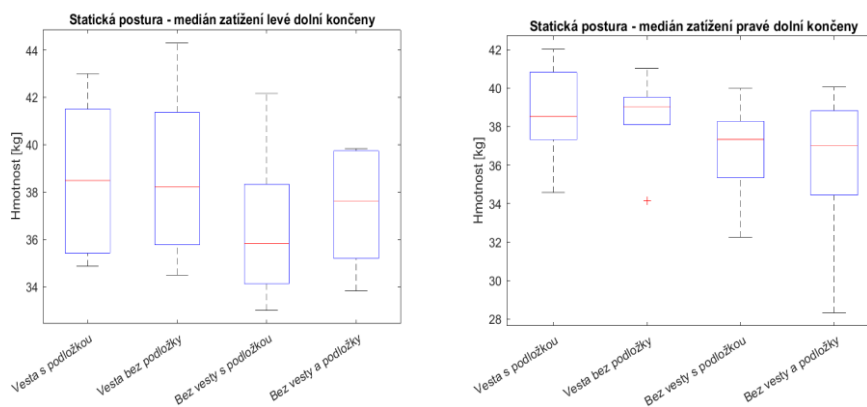
VÝSLEDKY

Výsledky pilotních měření a statistického hodnocení pomocí metody momentů sil, nám dávají informace o ovlivnění posturální stability nošením ochranných pomůcek. Podle předběžných zjištění se ukázalo, že při klasickém stroji není významně ovlivněno rozložení zatížení dolních končetin, tato skutečnost se nezmění ani použitím balanční podložky. Balanční podložka významně ovlivní velikost plochy konfidenčních elips, které jsou vlivem změny propriocepční informace zvětšené. V

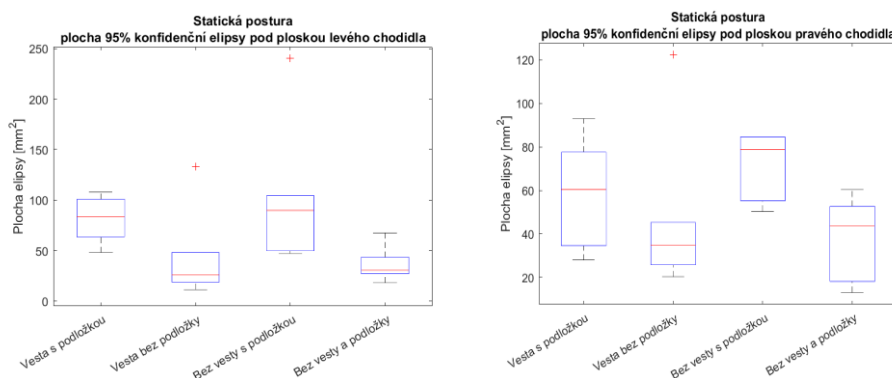
případě statického stoji v poloze střeh, rozkročení, bylo zjištěno větší zatížení zadní končetiny, viz obr.2. Pro levou končetinu by medián zatížení 39,77kg a obsah 95% konfidenční elipsy 31,8 mm². Pro pravou končetinu byl medián zatížení 28,33 kg a obsah 95% konfidenční elipsy 18,21mm². Z grafů na obr.2 je zřejmé, že levá dolní končetina měla výraznější výchylky centra tlaku a byla tak méně stabilní. Byly zjištěny větší výchylka v mediolaterárním směru i anteroposterorním směru. Tuto skutečnost jde pozorovat i při porovnání obsahu 95% konfidenční elipsy, který byl u pravé nohy až 1,7 x větší než u nohy levé.



Obr.2 Vývoj polohy CoP pod levým a pravým chodidlem.



Obr.3. Statická postura – medián zatížení levé a pravé dolní končetiny



Obr.4. Statická postura, plocha 95% konfidenční elipsy

Na obr.4 jsou grafy porovnávající plochy 95% konfidenční elipsy pod ploškou levého a pravého chodidla při statickém stoji s balistickou vestou a balanční podložkou, s balistickou vestou bez podložky, bez balistické vesty s balanční podložkou a bez balistické vesty a bez balanční podložky. Na grafech lze pozorovat, že plocha konfidenční elipsy pod ploškou se významně liší při testování

s balanční podložkou a bez ní a to bez závislosti přítomnosti balistické vesty při měření. Tuto skutečnost jde pozorovat na grafech konfidenčních elips pod pravou i levou ploskou chodidla. To značí, že při použití balanční podložky vidíme větší plochu konfidenční elipsy v důsledku snížení kvality propiocepce.

DISKUZE

Členové různých složek IZS si často stěžují na nutnost nošení ochranných pomůcek. Ačkoliv balistická vesta vede k velké redukci mortality během vojenských operací, na druhou stranu je tato ochranná pomůcka velmi těžká, snižuje mobilitu vojáka a její dlouhodobé nošení může vést k různým zdravotním obtížím. V Dánsku provedli studii k zjištění vlivu nošení balistické vesty na pohybovou aktivitu policistů. Zjistili, že nošení balistické vesty významně ovlivňuje pohyb a výdrž svalů, zhoršuje výkon při plnění úkolů, které vyžadují úsilí. Nositelé také subjektivně upozorňují na sníženou mobilitu, což způsobuje diskomfort při nošení této ochranné pomůcky [9]. V několika studiích, zabývajících se zdravotními obtížemi členů IZS spojenými s dlouhodobým nošením ochranných pomůcek se prokázala souvislost, mezi nošením pomůcek muskuloskeletální bolestí. Dodatečná zátěž, kterou např. balistická vesta na hrudník působí, může vést ke zvýšené aktivitě svalů a tím vzniklého namáhání nebo dokonce přetížení non kontraktálních tkání, čímž se snaží udržet tělo v rovnováze. Mezi hasiči jsou taktéž velmi běžné muskuloskeletální obtíže bolesti zad, a to z důvodu zaměření jejich práce spojené s nošením povinných ochranných pomůcek. [11-15]. Námi ukázané výsledky, na základě navrženého postupu hodnocení zatížení, vedou ke zjištění, že použití vest vede ke zhoršení postury, neboť je prokázán statisticky významný vliv nošení balistických vest na posturu, a navržená metoda měření umožní optimalizaci vest a hodnocení vlivu vest na celkový výkon subjektů.

ZÁVĚR

Cílem pilotní studie bylo navržení metodiky a systému vhodného k měření posturální stability a vlivu ochranných pomůcek používaných členy IZS na posturální stabilitu. Zjištění míry ovlivnění posturální stability může přispět k optimalizaci jednotlivých ochranných pomůcek a tím ke zvýšení komfortu členů IZS při zásahu. Nošení ochranných pomůcek u vojáků, hasičů a dalších členů IZS má svůj nezanedbatelný význam, je však potřeba aby docházelo k ergonomičtější vývoji a designu ochranných pomůcek jako jsou zásahové obleky nebo balistické vesty.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl za podpory projektů SGS ČVUT: SGS23/087/OHK5/1T/17 Nové asistenčních technologie pro členy IZS s ohledem na technologickou a ekonomickou optimalizaci, SGS23/085/OHK5/1T/17 Ekonomická a ergonomická optimalizace ochranných nositelných pomůcek pro složky IZS

LITERATURA

- [1] BRIDGER, Robert. *Introduction to Human Factors and Ergonomics, Fourth Edition*. 2017-10-30. Dostupné z: doi:10.1201/9781351228442
- [2] VAŘEKA, Ivan a Renata VAŘEKOVÁ, 2009. *Kineziologie nohy*. 2009. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 9788024424323.

- [3] KOLÁŘ, Pavel, 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 9788072626571
- [4] ŽIVČÁK, Jozef, 2007. *Biomechanika člověka*. Prešov: ManaCon.20007 ISBN 978-808-9040-308.
- [5] *Quantitative Human Physiology*, 2012. Elsevier. ISBN 9780123821638. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123821638000372>
- [6] ALABDULWAHAB, Sami S. a Shaji John KACHANATHU, 2016. Effects of body mass index on foot posture alignment and core stability in a healthy adult population. *Journal of Exercise Rehabilitation*. **12**(3), 182-187. ISSN 2288-176X. Dostupné z: doi:10.12965/jer.1632600.300
- [7] WINTER, David A. *Biomechanics and motor control of human movement*. 4th ed. Hoboken, N.J.: Wiley, 2009, xiv, 370 s. ISBN 9780470398180.
- [8] CORRIVEAU, H., et al. Evaluation of postural stability in the elderly with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. IEEE, 2004, 85(7): 1095-1101.
- [9] KOBLAUCH, Henrik, Mette K. ZEBIS, Mikkel H. JACOBSEN, Bjarki T. HARALDSSON, Klaus P. KLINGE, Tine ALKJÆR, Jesper BENCKE a Lars L. ANDERSEN, 2021. Influence of Wearing Ballistic Vests on Physical Performance of Danish Police Officers: A Cross-Over Study. *Sensors*. **21**(5). ISSN 1424-8220. Dostupné z: doi:10.3390/s21051795
- [10] *Nintendo Wii Balance Board Operations Manual* [online]. In: . [cit. 2023-06-29]. Dostupné z: <https://www.nintendo.com/consumer/downloads/wiiBalanceBoard.pdf>
- [11] ROY, Tanja C.; LOPEZ, Heather P.; PIVA, Sara R. Loads worn by soldiers predict episodes of low back pain during deployment to Afghanistan. *Spine*, 2013, 38.15: 1310-1317.
- [12] COHEN, Steven P., et al. Presentation, diagnoses, mechanisms of injury, and treatment of soldiers injured in Operation Iraqi Freedom: an epidemiological study conducted at two military pain management centers. *Anesthesia & Analgesia*, 2005, 101.4: 1098-1103.
- [13] DAMRONGSAK, Mantana; PRAPANJAROENSIN, Aoyjai; BROWN, Kathleen C. Predictors of back pain in firefighters. *Workplace health & safety*, 2018, 66.2: 61-69.
- [14] KIM, Min Gi, et al. Relationship between occupational stress and work-related musculoskeletal disorders in Korean male firefighters. *Annals of occupational and environmental medicine*, 2013, 25.1: 1-7.
- [15] LUSA, Sirpa, et al. Sleep disturbances predict long-term changes in low back pain among Finnish firefighters: 13-year follow-up study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 2015, 88: 369-379.