

# Book of Abstracts

## Sborník abstraktů



6th International Conference on Movement Analysis

6. mezinárodní konference o analýze pohybu

2024



6th International Conference on Movement Analysis

6. mezinárodní konference o analýze pohybu



**FACULTY  
OF BIOMEDICAL  
ENGINEERING  
CTU IN PRAGUE**

**DEPARTMENT OF HEALTH  
CARE AND POPULATION  
PROTECTION**

Book of Abstracts  
Sborník abstraktů



# Editors / Editors

**Author (Editor):** Patrik Kutílek, Jan Hejda, Petr Volf, Slávka Čubanová, Marek Sokol, Lýdie Leová

**Title:** 6th International Conference on Movement Analysis

**Published by:** Czech Technical University in Prague

**Processed by:** Faculty of Biomedical Engineering

**Sponsors:** Kistler Eastern Europe s.r.o., Czech Society for Biomechanics, z. s.

**Grant Number:** SVK 62/24/F7

**Contact Address:** náměstí Sítná 3105, 272 01 Kladno

**Tel.:** +420 224 358 419

**Graphic Design and Typesetting:** Marek Sokol

**Cover Design:** Lydie Leová

**Number of Pages:** 56

**Edition:** 1.

\* \* \*

**Autor (Editor):** Patrik Kutílek, Jan Hejda, Petr Volf, Slávka Čubanová, Marek Sokol, Lýdie Leová

**Název:** 6th International Conference on Movement Analysis

**Vydalo:** České vysoké učení technické v Praze

**Zpracovala:** Fakulta biomedicínského inženýrství

**Sponzoři:** Kistler Eastern Europe s.r.o., Česká společnost pro biomechaniku, z. s.

**Číslo grantu:** SVK 62/24/F7

**Kontaktní adresa:** náměstí Sítná 3105, 272 01 Kladno

**Tel.:** +420 224 358 419

**Grafická úprava a sazba:** Marek Sokol

**Návrh obálky:** Lydie Leová

**Počet stran:** 56

**Pořadí vydání:** 1.

**ISBN 978-80-01-07356-8**



# Contents / Obsah

<b>Welcome / Úvodní část</b>	<b>1</b>
<b>Committees / Výbory</b>	<b>3</b>
Organizing Committee / Organizační výbor . . . . .	3
Program Committee / Programový výbor . . . . .	3
<b>Invited Speakers / Zvaní Přednášející</b>	<b>5</b>
Development of Mechatronic Perturbation Systems That Provide Unexpected Lateral Perturbations During Treatment of Balance Dysfunction . . . . .	7
Senzorická stimulácia ako doplnkový tréning na zlepšenie regulácie rovnováhy a symetrie trupu pacientov po cievej mozgovej príhode . . . . .	9
A Multi-System Approach to Biomechanics and Biomarkers for Clinical and Sports Musculoskeletal Health . . . . .	11
<b>Abstracts / Abstrakty</b>	<b>13</b>
Hodnocení chůze po terapii v imerzní virtuální realitě u pacientů s Parkinsonovou nemocí . . . . .	15
Vplyv cvičenia na chôdzu u pacientov s Parkinsonovou chorobou . . . . .	16
Může dlouhodobé nošení minimalistické obuvi ovlivnit momenty sil působící na kolenní kloub? . . . . .	17
Kinematic analysis of body and joint on osteoarthritis animal model . . . . .	19
Vplyv cvičenia na stabilitu trupu u pacientov s Parkinsonovou chorobou . . . . .	21
Vplyv výšky na reguláciu rovnováhy v prostredí virtuálnej reality . . . . .	23
Hodnotenie funkcie rovnováhy u pacientov po cievej mozgovej príhode (v klinickej praxi) . . . . .	24
Analýza chůze pacientů s periferní parézou v obraze povrchové elektromyografie . . . . .	26
Vplyv typu motorickej úlohy na anticipačné posturálne nastavenie . . . . .	28
Biomechanics of Pumping Techniques in Elite Windsurfers . . . . .	30
Biomechanická analýza běhu na mazacích a nemazacích lyžích . . . . .	33
Vliv směřování pohledu na posturální stabilizaci při doskoku u sportovních gymnastek . . . . .	35
Vplyv svalovej sily dolných končatín na variabilitu pohybu trupu počas doskoku u športových gymnastiek	37

Efekt hluboké mozkové stimulace na časoprostorové parametry chůze . . . . .	39
Hodnocení rovnováhy po terapii v imerzní virtuální realitě u pacientů s Parkinsonovou nemocí . . . . .	41
Kolísání rychlosti jako účinnost plavecké techniky a její vliv na plavecký výkon u kraulového sprintu . . . . .	42
Gait in Women with Primary Dysmenorrhea . . . . .	44
<b>Sponsors / Sponzoři</b>	<b>47</b>



# Welcome / Úvodní část

Dear MOANA 2024 Participants,

It is with great pleasure that I welcome you to the 6th International Conference on Movement Analysis (MOANA 2024). This event presents a unique opportunity for professionals, researchers, and young talents eager to deepen their knowledge in the dynamically evolving fields of movement science and biomechanics.

The MOANA is intended to encourage collaboration between various professionals, including biomechanists, bioengineers, physicians, physiotherapists, trainers and other professionals. The aim of this professional meeting is to build on the international conference of the European Society of Movement Analysis for Adults and Children (ESMAC) and to attract especially interested participants in this scientific field.

The Movement Analysis conference has established itself as a significant platform for knowledge exchange, attracting a diverse range of experts from around the world. By bridging the academic and industrial sectors, we aim to strengthen the applications of movement analysis in rehabilitation, sports science, ergonomics, and related fields. This conference not only serves as a forum for presenting groundbreaking research but also as a means of fostering international collaboration and partnerships.

I encourage you to actively contribute to the discussions, share your ideas, and build connections that will help advance our fields. I look forward to an inspiring event filled with new knowledge, collaboration, and innovation.

Chair, MOANA 2024

doc. Ing. Patrik Kutílek, MSc., Ph.D.



# Committees / Výbory

## Organizing Committee / Organizační výbor

doc. Ing. Patrik Kutílek, MSc., Ph.D.

Ing. et Ing. Jan Hejda, Ph.D.

Ing. Petr Volf, Ph.D.

Ing. Slávka Čubanová

Ing. Marek Sokol

Ing. Lydie Leová

## Program Committee / Programový výbor

prof. Yun-Ju Lee, PT, Ph.D.

doc. Ing. Patrik Kutílek, MSc., Ph.D.

Mgr. Tomáš Klein, Ph.D.

prof. Itshak Melzer PT, Ph.D.

Ing. Aleš Příhoda

RNDr. Diana Bzdúšková, PhD.

Prof. Jay R. Hoffman, Ph.D.

Asst. Prof. Arielle Fischer, PhD.

Ing. et Ing. Jan Hejda, Ph.D.

Ing. Petr Volf, Ph.D.

prof. Wei-Chun, HSU

RNDr. Jana Kimijanová, PhD.



**Invited Speakers**  
**Zvaní přednášející**



# Development of Mechatronic Perturbation Systems That Provide Unexpected Lateral Perturbations During Treatment of Balance Dysfunction

Itshak Melzer<sup>1</sup>, Amir Shapiro<sup>2</sup>, Guy Shani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Physical Therapy, Recanati School for Community Health Professions, Faculty of Health Sciences, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel

<sup>2</sup> Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel

<sup>3</sup> Department of Software and Information Systems Engineering, Faculty of Engineering Sciences, Ben-Gurion University, Beer-Sheva, Israel

## Abstract:

**Introduction:** Balance control and specifically reactive balance responses, which help maintain stability when balance is lost unexpectedly due to trips or slips, are impaired in older people. This increases the risk of falls and injuries. Improving reactive balance responses is a key goal of fall-prevention training programs. Perturbation training, which challenges balance reactive responses, has shown promising results compared to traditional balance training.

**Objectives:** The aim of this study is to present three mechatronic systems developed, built, and piloted in our laboratories. These systems challenge balance during walking, sitting, and walking in place, with the goal of improving both proactive and reactive balance control.

**Methods:** This study describes the development and construction of the mechatronic systems. Two randomized control trials (RCTs) were conducted to explore whether these training methods improve balance control. The experimental groups received 24 perturbation training sessions over 12 weeks, which included self-induced internal and machine-induced external unannounced perturbations. The control group received 24 training sessions over 12 weeks without balance perturbations. Participants' reactive and proactive balance functions, as well as gait, were assessed before and after the intervention (e.g., reactive balance responses, voluntary step execution test, postural stability, Berg Balance Test, six-meter walk test, late-life function, and fear of falling questionnaires).

**Results:** Programmed and controlled unannounced perturbation training improved reactive balance responses and proactive balance more effectively than non-perturbation training.

**Conclusion:** Our participants successfully performed perturbation training and exhibited correct reactive balance responses, indicating that older individuals can learn to improve reactive responses during training. These improvements in both proactive and reactive balance were also generalized to other performance-based measures, including the Berg Balance Scale and postural sway measurements.

**Keywords:** Balance control, Balance reactive responses, Falls, Fall-prevention training, Perturbation training, Older adults.



---

# Senzorická stimulácia ako doplnkový tréning na zlepšenie regulácie rovnováhy a symetrie trupu pacientov po cievnej mozgovej príhode

Bzdúšková<sup>1</sup> D., Šingliarová<sup>2</sup> H., Gábor<sup>3</sup> M., Valkovič<sup>3</sup> P., Hirjaková<sup>1</sup> Z., Kimijanová<sup>1</sup> J.

<sup>1</sup> Centrum experimentálnej medicíny, Slovenská akadémia vied v. v. i., Bratislava, Slovenská republika

<sup>2</sup> Fyziatricko-rehabilitačné oddelenie, Univerzitná nemocnica Bratislava, Bratislava, Slovenská republika

<sup>3</sup> II. neurologická klinika, Lekárska fakulta Univerzity Komenského a Univerzitná nemocnica Bratislava, Bratislava, Slovenská republika

## Abstrakt:

**Úvod:** Cievna mozgová príhoda predstavuje závažný zdravotný problém, pretože jej incidencia celosvetovo narastá a postihuje už aj mladších ľudí. Väčšine pacientov zostáva menší, alebo väčší funkčný motorický a/alebo senzorický deficit, ktorého miera sa dá korigovať včasnou a kvalifikovanou rehabilitáciou. Udržať rovnováhu počas sedu (napr. na posteli, stoličke) je jednou z prvých vecí, ktoré musia pacienti zvládnuť. Stabilizácia trupu je dôležitá aj z hľadiska tréningovania každodenných aktivít, ako je postoj či chôdza. Dynamická rovnováha v sede v čase skorého obdobia po prekonaní mozgovej príhody sa v jednotlivých prípadoch líši, a preto si vyžaduje individuálny prístup. U pacientov s hemiparézou je asymetrická poloha trupu často charakterizovaná jednostranným náklonom alebo obmedzenou pohyblivosťou na jednej strane. Nedávne štúdie ukázali, že dodatočná senzorická informácia zlepšuje rehabilitáciu, keď sa pridá k štandardnému tréningu motorických zručností. Naša štúdia sa preto zameriava na nové možnosti modulácie symetrie a zlepšenie mobility trupu pomocou senzorickej stimulácie u pacientov po cievnej mozgovej príhode.

**Cieľ:** Zlepšiť pohyblivosť trupu pacientov pomocou doplnkového senzorického tréningu.

**Metódy:** Na intervenciu využívame originálnu metodiku, ktorá je tvorená špeciálnou stoličkou so zabudovanou silovou plošinou na snímanie výchyliek tela, prenosnou riadiacou jednotkou, výškovo nastaviteľným monitorom, softvérom a setom tréningových úloh.

**Výsledky:** 11 pacienti (9 mužov, 2 ženy, priem. vek: 64 rokov) počas hospitalizácie na Fyziatricko-rehabilitačnom oddelení UNB v Bratislave podstúpili doplnkovú intervenciu v podobe tréningu náklonov trupu do strán v sede. Tréning trval 8 dní (15-20 min/ deň) a parametre tréningu boli prispôbené individuálnemu stavu a rozvíjajúcim sa pohybovým schopnostiam pacienta. Set ôsmich úloh zahŕňal vôľové náklony trupu s využitím zrakovej spätnej väzby o polohe tela, ako aj nevôľové náklony vyvolané vibračnou stimuláciou svalov trupu a ich kombináciu. Pred a po intervencii sme zhodnotili posturálnu stabilitu v sede na pevnej podložke s otvorenými a zatvorenými očami a funkčné limity stability, t.j. maximálne vôľové náklony trupu v medio-laterálnom smere počas sedu.

**Záver:** Po absolvovaní doplnkového tréningu došlo u pacientov k zvýšeniu rozsahu pohyblivosti trupu na postihnutú stranu. Obnovenie regulácie rovnováhy a symetrie trupu, hoci aj čiastočné, je základom pre zlepšenie schopnosti a nezávislosti pacientov po cievnej mozgovej príhode vykonávať bežné každodenné činnosti, akými sú sed, postoj, či chôdza. Doplnkové senzorické informácie môžu pozitívne ovplyvniť neurálne mechanizmy a tak prispieť k zlepšeniu motorickej výkonnosti a podporiť efektívne znovunadobudnutie stratených motorických zručností.

**Podakovanie:** S podporou APVV-20-0420 a VEGA 2/0080/22.

**Kľúčové slová:** cievna mozgová príhoda, senzorická stimulácia, sed, symetria trupu.

# A Multi-System Approach to Biomechanics and Biomarkers for Clinical and Sports Musculoskeletal Health

Arielle G. Fischer

BioMotion Lab, Department of Biomedical Engineering, Technion - Israel Institute of Technology, Israel

**Introduction:** Musculoskeletal pathologies and injuries arise from complex interactions between biomechanical, biochemical, structural, and psychological factors. Our lab proposes an innovative multi-system framework to better understand these relationships, focusing on clinical rehabilitation and elite sports performance. Conditions like post-traumatic osteoarthritis (OA) following anterior cruciate ligament (ACL) injury exemplify the need for a comprehensive approach, as they are often driven by abnormal gait biomechanics (e.g., increased knee adduction moment, KAM) and biochemical disruptions in joint homeostasis. OA is typically asymptomatic in its early stages and reaches irreversible stages before symptoms emerge, emphasizing the necessity for early diagnostic tools and preventive strategies. We hypothesize that joint trauma induces transient changes in blood serum biomarkers, alters joint mechanics, and affects cartilage structure [1].

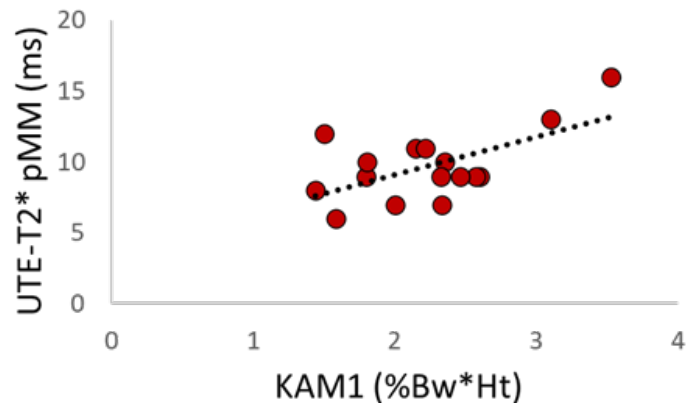
**Objectives:** To explore the interactions between biomechanics, biochemical markers, and joint structure in musculoskeletal health, with the goal of improving early diagnosis and developing preventive interventions for conditions like OA.

**Methods:** The research integrates three core components:

1. Biomechanical analysis: Utilizing state-of-the-art 3D motion capture systems and wearable sensors while synchronized with force plates to assess joint kinematics and kinetics.
2. Biological analysis: Examining blood serum biomarkers through a stimulus response framework, including analysis of COMP, collagen degradation markers, and inflammatory cytokines. Additionally, exploring non-invasive interstitial fluid (ISF) biomarker detection using novel wearable technology to indicate changes to biochemical metabolic changes.
3. Structural analysis: Evaluating cartilage changes using advanced MRI techniques, including ultra-short echo time (UTE-T2\*) cartilage mapping.

Additionally, we will assess patients' and athletes' psychological well-being via self-reported questionnaires, acknowledging the impact of stress on rehabilitation outcomes, injury risk, and overall health.

**Results:** We found significant correlations between biomechanical and structural markers, notably between the first peak of KAM and UTE-T2\* signals in the posterior medial meniscus ( $R = 0.61$ ,  $P = 0.013$ ) of subjects 2 years post ACLR [2].



**Figure 1:** Correlations between Gait (KAM) and MRI metrics (UTE-T2\*).

Additionally, in a separate ACLR cohort, we found 1 year post ACLR that predictors of postoperative quality of life included preoperative knee function, age, BMI, and time from injury to surgery, with younger age, lower BMI, and shorter injury-to-surgery times associated with better outcomes ( $R = 0.81$ ,  $P < 0.01$ ).

**Conclusion:** Our multi-system approach bridges dynamic biomechanical data with structural and biochemical insights, incorporating psychological factors to offer a comprehensive understanding of joint injury risks and rehabilitation outcomes. This framework holds potential for developing more targeted and effective preventive and therapeutic interventions.

**Keywords:** Biomechanics, biomarkers, structure, ACL injury, osteoarthritis, rehabilitation, sports performance.

## References

1. Andriacchi TP, Griffin TM, Loeser RF, Chu CR, Roos EM, Hawker GA, Erhart-Hledik JC, Fischer AG. (2020) Bridging disciplines as a pathway to finding new solutions for osteoarthritis a collaborative program presented at the 2019 Orthopaedic Research Society and the Osteoarthritis Research Society International. *Osteoarthritis and Cartilage Open* 2:100026
2. Fischer AG, Titchenal MR, Williams AA, Migliore E, Asay JL, Erhart-hledik JC, Andriacchi TP, Chu CR.(2020) Elevated TNF- $\alpha$ , reduced knee loading and increased UTE-T2\* 2 Years Post ACLReconstruction: A signal for knee OA in a subset of patients. *Trans 66th ORS*.

# Abstracts / Abstrakty



# Hodnocení chůze po terapii v imerzní virtuální realitě u pacientů s Parkinsonovou nemocí

Marcela Dabrowská<sup>1</sup>, Lucie Honzík<sup>1</sup>, Irena Skřinařová<sup>2</sup>, Kristýna Mullerová<sup>2</sup>, Renáta Čecháčková<sup>2</sup>, Eva Augste<sup>1</sup>, Jana Trd<sup>3</sup>, Šárka Baníková<sup>2</sup>, Michal Filip<sup>1</sup>, David Školoudík<sup>1</sup>, Iva Štefková<sup>1</sup>, Vojtěch Štula<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ostravská univerzita, Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

<sup>2</sup> Fakultní nemocnice Ostrava, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

<sup>3</sup> VR Vitalis Ostrava

**Úvod:** Imerzní virtuální realita (IVR) plně pohltí pacienta do virtuálního světa. Hlavním benefitem je možnost bez rizika simulovat určité situace, které by v reálném světě byly jen těžko realizovatelné, finančně nákladné či nemožné. IVR se začíná hojně využívat v rehabilitaci, protože umožňuje prodloužení jejího procesu od akutního stavu, přes následnou péči v rehabilitačních ústavech, až do domácího prostředí. Jednou ze zkoumaných nemocí, u které se studie často zabývají efektem IVR je Parkinsonova nemoc. V důsledku degenerativních změn nervového systému u tohoto onemocnění dochází k poruše mobility. Proto stimulace formou IVR může být pro tyto pacienty výhodná právě díky nutnosti dlouhodobé rehabilitace u těchto pacientů.

**Cíle:** Pomocí klinických testů zhodnotit chůzi u Parkinsoniků po terapii v IVR.

**Metody:** Do studie bylo zahrnuto 17 pacientů ( $62,6 \pm 12,3$  let). Kritéria pro zahrnutí do studie – plnoletý pacienti ve stadiu dle Hoehnové a Yahra 1-3, samostatný a mobilní pacient, stabilizovaný stav a spolupracující. Terapie v IVR probíhala 2/týdně po dobu 4 týdnů. Vstupní a výstupní měření probíhalo do 14 dní od zahájení terapie nebo jejím ukončením. K zhodnocení pohodlné i rychlé chůze byl využit 10MW (10 Meter Walk, desetimetrový test chůze), k rychlému zhodnocení nejvyššího možného stupně mobility byl aplikován TUG (Timed Up and Go, zkouška postavení a chůze na čas) + dual task. Data byla zpracována v programu PAST parametrickým párovým t-testem.

**Výsledky:** U parametru TUG bylo po terapii nalezeno statisticky významné snížení času ( $p = 0,001$ ). U dalších sledovaných parametrů nebyly nalezeny statisticky významné změny.

**Závěr:** Výsledky studie poukazují na pozitivní vliv terapie v IVR na mobilitu, balanci a schopnost chůze, což je dobré i z hlediska snížení rizika pádů u sledované skupiny pacientů.

**Klíčová slova:** klinické testy, mobilita, neurodegenerativní onemocnění, simulace.

## Vplyv cvičenia na chôdzu u pacientov s Parkinsonovou chorobou

Pavol Martiš<sup>1</sup>, Jana Kimijanová<sup>2</sup>, Diana Bzdúšková<sup>2</sup>, Igor Straka<sup>1</sup>, Lucia Slobodová<sup>3</sup>, Viera Litváková<sup>3</sup>,  
Zuzana Košutzká<sup>1</sup>, Peter Valkovič<sup>1,2</sup>, Jozef Ukropec<sup>3</sup>, Barbara Ukropcová<sup>3</sup>

<sup>1</sup> II. neurologická klinika, Lekárska fakulta, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

<sup>2</sup> Centrum experimentálnej medicíny, Slovenská akadémia vied v. v. i., Bratislava, Slovenská republika

<sup>3</sup> Biomedicínske centrum, Slovenská akadémia vied v. v. i., Bratislava, Slovenská republika

**Úvod:** Parkinsonova choroba sa vyznačuje viacerými motorickými dysfunkciami, ktoré ovplyvňujú stabilitu chôdze. Vplyv liečby levodopou môže mať však negatívny efekt na posturálnu stabilitu, a tým zároveň vplývať na nestabilitu chôdze. Detailná analýza a sledovanie zmien v chôdzi vplyvom cvičenia, najmä v rôznych štádiách liečby (ON a OFF, t.j. s a bez antiparkinsonomedikácie), sú kľúčové pre zlepšenie terapeutických stratégií v manažmente pacientov s Parkinsonovou chorobou (PCh).

**Ciele:** Cieľom tejto štúdie bolo vyhodnotiť vplyv aeróbne-silového tréningového programu na parametre chôdze u pacientov s PCh.

**Metódy:** 15 pacientov s Parkinsonovou chorobou (11 mužov, 4 ženy, priemerný vek  $65.5 \pm 6.8$  rokov) podstúpilo 4-mesačný kombinovaný aeróbne-silový tréningový program. Pred začiatkom a na konci tréningového obdobia sme pomocou bezmarkerového kamerového systému Microsoft Azure Kinect DK zhodnotili bežnú chôdzu a chôdzu s duálnou úlohou (odpočítavanie čísla 3 od čísla 107). Dáta boli analyzované v programe Matlab R2020b (MathWorks Inc., USA). S využitím vlastného algoritmu sme zo získaných dát vypočítali nasledovné parametre chôdze: rýchlosť, dĺžka kroku, čas stojnej fázy kroku, variabilita dĺžky kroku a variabilita stojnej fázy kroku.

**Výsledky:** Vplyv cvičenia sa prejavil na chôdzi najmä pri duálnej úlohe, t.j. v podmienkach s odpočítavaním, kedy sa čas stojnej fázy kroku signifikantne zmenšil v ON aj OFF štádiu medikácie. V ON štádiu sme navyše pozorovali aj signifikantné zrýchlenie chôdze pri vykonávaní duálnej úlohy. Zmena stojnej fázy kroku bola podmienená počiatočnou hodnotou tohto parametra, t.j. hodnotou nameranou pred začiatkom tréningového programu. Zmeny parametrov chôdze a chôdze s počítaním výrazne korelovali pri parametri variabilita dĺžky kroku v ON aj OFF štádiu medikácie.

**Záver:** Po absolvovaní tréningového programu sme pozorovali zlepšenie parametrov chôdze, ktoré sa prejavilo pri vykonávaní duálnej úlohy, a to bez ohľadu na štádium medikácie. To môže byť spôsobené vyššou mierou kognitívnej záťaže, ktorá pôsobí na pacienta počas odpočítavania. Tieto zistenia podporujú význam pravidelného cvičenia ako dôležitej súčasti terapie pre zlepšenie mobility a kvality života pacientov s Parkinsonovou chorobou.

**Podakovanie:** S podporou VEGA 2/0076/22, APVV-20-0420, APVV-20-0466.

**Kľúčové slová:** Parkinsonova choroba, cvičenie, stabilita chôdze.



# Může dlouhodobé nošení minimalistické obuvi ovlivnit momenty sil působící na kolenní kloub?

Tomáš Klein, Lenka Murínová, Miroslav Janura

Katedra přírodních věd v kinantropologii, FTK UP, Palackého Univerzita v Olomouci

**Úvod:** Minimalistická (též barefoot) obuv představuje koncept, který má za cíl umožnit člověku přirozenější pohyb ve srovnání s pohybem v obuvi konvenční. Většina studií zabývajících se vlivem užívání minimalistické obuvi na biomechanické parametry chůze však zkoumala pouze okamžitý efekt užívání obuvi (1, 2). Zdali dlouhodobé užívání minimalistické obuvi způsobuje změny přetrvávající i mimo samotnou aplikaci obuvi, dosud není známo.

**Cíle:** Posoudit vliv šestiměsíčního nošení minimalistické obuvi na momenty sil působící v kolenním kloubu během chůze naboso.

**Metody:** Design výzkumu byl randomizovaná kontrolovaná studie. Výzkumný vzorek tvořilo 42 zdravých dospělých osob (22 žen, 20 mužů) bez předešlé zkušenosti s nošením minimalistické obuvi. Probandi byli náhodně rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny a v rámci výzkumu absolvovali vstupní a výstupní měření, mezi nimiž proběhla šestiměsíční intervence v podobě užívání minimalistické obuvi. Probandi absolvovali pět pokusů chůze naboso po deset metrů dlouhém chodníku. Kinematická data byla zaznamenána pomocí kamerového systému Vicon Vantage V5 (Vicon Motion System, Londýn, Spojené království), reakční síly podložky byly zaznamenány pomocí silových plošin Kistler (Kistler, Winterthur, Švýcarsko), přičemž oba systémy byly synchronizovány. Z kinematických a kinetických dat byly dopočítány momenty sil působící na klouby dolních končetin během stojné fáze chůzového cyklu. Momenty sil byly normalizovány vůči hmotnosti probandů. Ke statistické analýze dat byla použita metoda Statistical Parametric Mapping (spm1d ve verzi 0.4.33, Python).

**Výsledky:** V sagitální rovině došlo po intervenčním programu ke zvýšení extenčního momentu v prvních 10 % stojné fáze ( $p = 0,003$ ) a snížení extenčního momentu mezi 40 % a 60 % stojné fáze ( $p = 0,001$ ). Ve frontální rovině bylo pozorováno zvýšení abdukčního momentu mezi 5 % a 10 % stojné fáze ( $p = 0,002$ ). V transverzální rovině došlo mezi 5 % a 10 % stojné fáze ( $p = 0,006$ ) ke zvýšení momentu vnitřní rotace kolenního kloubu.

**Závěr:** Výsledky studie naznačily, že dlouhodobé nošení minimalistické může ovlivnit pohybový stereotyp a s tím i spojené momenty sil působící na kolenní kloub u zdravých jedinců. Nutno zdůraznit, že změny byly pozorovány v oblastech, kde se velikost momentů sil působících na kolenní kloub pohybuje v úrovni spíše malých hodnot, tedy buď na úplném začátku stojné fáze, či v oblasti změny extenčního momentu na moment flekční. Z klinického hlediska lze takovéto změny považovat za nepodstatné a nepředstavující

riziko pro správnou funkci kolenního kloubu.

**Poděkování:** Tato studie byla realizována v rámci grantového projektu Palackého Univerzity v Olomouci IGA\_FTK\_2021\_010.

**Klíčová slova:** barefoot, minimalistická obuv, momenty sil, randomizovaná kontrolovaná studie.

**References:**

1. Huber, G., Jaitner, T., & Schmidt, M. (2022). Acute effects of minimalist shoes on biomechanical gait parameters in comparison to walking barefoot and in cushioned shoes: a randomised crossover study. *Footwear Science*, 14(2), 123–130. <https://doi.org/10.1080/19424280.2022.2057593>
2. Petersen, E., Zech, A., & Hamacher, D. (2020). Walking barefoot vs. with minimalist footwear— influence on gait in younger and older adults. *BMC geriatrics*, 20, 1-6. <https://doi.org/10.1080/19424280.2022.2057593>

# Kinematic analysis of body and joint on osteoarthritis animal model

Josef Skopalík<sup>1,2</sup>, Jaroslav Průcha<sup>1</sup>, Tomáš Parák<sup>2</sup>, Vratislav Čmiel<sup>3</sup>, Jiří Sekora<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Biomedical Engineering, Czech Technical University in Prague, Czech Republic

<sup>2</sup> Faculty of Pharmacy, Masaryk University Brno, Czech Republic

<sup>3</sup> Department of Biomedical Engineering, Faculty of Electrical Engineering and Communication, Brno University of Technology, Brno, Czech Republic

**Introduction:** Small animal are important models for study of the human joint pathologies and curative effects. Traditional analysis of these pathologies and curative effects is based on postmortem histological analysis and biochemistry, however modern monitoring of orthopedic pathology needs also quantification for functionality of body movement.

**Objectives:** The quantitative description of body movement and joint flexibility during the time was established, and correlation of these quantitative parameters and internal joint biochemistry was tested. Developing of the complex tool for both of these quantitative analysis of movement was based on optimizing of combination of optical detection system, mathematical image analysis and physical interpretation of the detected movement. The traditional veterinary lab cages (580 x 375 cm or 600 x 700 cm, with mono-color contrast background) was used as safety space for animal.

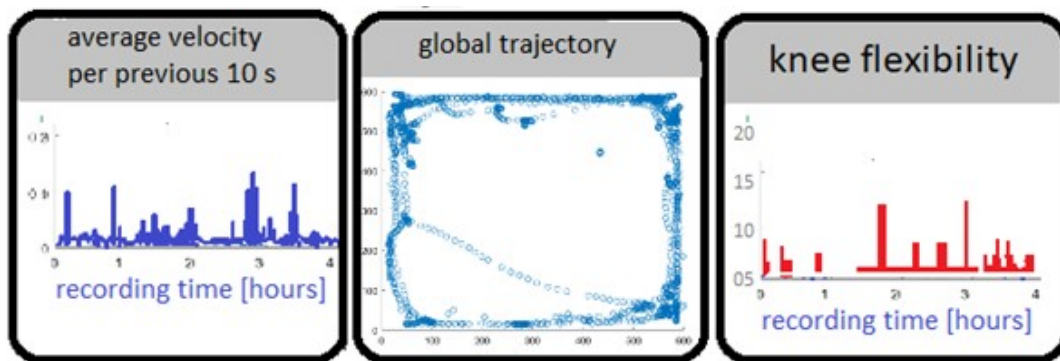
**Methods:** The selection of optical recording methods was based on high number of evaluation steps on different combination of digital cameras and coloring or illumination of bottom of typical animal cage during the day. The combination of two recording system was finalised: the first camera above center of the cage (recording of whole body moving), the second camera integrated on the front door of the cage (recording joint flexibility during whole body moving – evaluated markers for knee kinetic identification on Fig.1). The sufficient speed of recording was evaluated as 30 frames/s. Recorded pictures was proceed



**Figure 1:** Animal under recording system

by software utility created in Python. The results was compared for three groups of rabbit (HK = healthy knee, IK = high inflammatory knee after OA induction without curative intervention, CK = curative intervention after OA induction)

**Results:** Interleukin 1 (IL-1) was used as a osteoarthritis biochemical marker. Main three characteristics was quantified for kinematic of the rabbits from all three groups – average velocity of body, global trajectory of body (global distance of locomotion) , flexibility of one knee joint (illustration on Fig.2). Intrasyovial IL-1 levels show significant negative correlation with average velocity and global distance of locomotion. The knee flexibility display problematic non-continual recording, and recording system could be upgraded by another 2 cameras for better objective detection in all positions of experimental animal. Significant differences are detected in CK and IK experimental group.



**Figure 2:** Software output for typical animal (CK experimental group) during typical 4-hours time interval.

**Conclusion:** Modern imaging technologies and precise mathematical analysis with digital background bring possibilities to quantify the typical movement and produce every-day objective documentation for the pathological state, which has very good correlation with inflammatory markers.

**Acknowledgements:** The authors acknowledge Technology Agency of the Czech Republic – project FW01010106 „Development of new generation medical devices by means of the translational medicine and physical interventions principle”.

**Keywords:** joint pathologies, kinematic scoring, time-lapse recording.

# Vplyv cvičenia na stabilitu trupu u pacientov s Parkinsonovou chorobou

Jana Kimijanová<sup>1</sup>, Pavol Martiš<sup>2</sup>, Diana Bzdúšková<sup>1</sup>, Igor Straka<sup>2</sup>, Lucia Slobodová<sup>3</sup>, Viera Litváková<sup>3</sup>,  
Zuzana Košutzká<sup>2</sup>, Peter Valkovič<sup>1,2</sup>, Jozef Ukropec<sup>3</sup>, Barbara Ukropcová<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centrum experimentálnej medicíny, Slovenská akadémia vied v. v. i., Bratislava, Slovenská republika

<sup>2</sup> II. neurologická klinika, Lekárska fakulta, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

<sup>3</sup> Biomedicínske centrum, Slovenská akadémia vied v. v. i., Bratislava, Slovenská republika

**Úvod:** Parkinsonova choroba sa prejavuje štyrmi najčastejšie sa vyskytujúcimi motorickými príznakmi – spomalenie pohybov, svalová stuhnutosť, tras končatín a posturálna nestabilita. V súčasnosti sa za najúčinnjšiu symptomatickú liečbu považuje liečba levodopou, ktorá však negatívne vplyva na statickú rovnováhu tela a vyvoláva rôzne motorické fluktuácie. Bolo dokázané, že pravidelná fyzická aktivita zmiernuje narušené motorické funkcie pacientov s Parkinsonovou chorobou, avšak vplyv cvičenia doposiaľ nie je úplne objasnený v súvislosti s rôznymi štádiami antiparkinsonickej farmakoterapie.

**Cieľ:** Cieľom štúdie bolo sledovať zmeny posturálnej stability na úrovni trupu vplyvom aeróbne-silového tréningu u pacientov s Parkinsonovou chorobou, a to s ohľadom na štádium liečby.

**Metódy:** Štúdie sa zúčastnilo 15 pacientov (11 mužov, 4 ženy, priemerný vek  $65.5 \pm 6.8$  rokov), ktorí absolvovali 4-mesačný kombinovaný aeróbne-silový tréningový program (2x 60 min silový tréning a 1x 60 min koordinačný tréning / týždeň). Rovnováhu trupu sme zaznamenali pred začatím tréningového programu a po jeho skončení - pri postoji na pevnej i nestabilnej podložke s očami otvorenými a zatvorenými. Výchyľky trupu boli snímané pomocou 2 akcelerometrov umiestnených v hornej (sternum) a dolnej časti (5. lumbálny stavec) trupu. Merania prebiehali v ON štádiu (tj. s prítomnou antiparkinsonickou liečbou), aj v OFF štádiu (tj. s vynechaním antiparkinsoník najmenej 12 hodín pred meraním). Rovnováhu trupu sme charakterizovali prostredníctvom posturálnych parametrov: celková plocha výchyľiek trupu, celková dĺžka výchyľiek trupu, priemerná frekvencia výchyľiek a tzv. jerk (derivácia zrýchlenia – ukazovateľ dynamickej stability trupu). Na vyhodnotenie vplyvu tréningu sme použili Wilcoxonov párový test.

**Výsledky:** Vplyv aeróbne-silového tréningu na udržiavanie rovnováhy trupu sa významne prejavil najmä v OFF štádiu liečby. Zlepšenie stability trupu sme výraznejšie pozorovali pri postoji na nestabilnej molitanovej podložke, a to najmä v dolnej časti trupu, kedy boli signifikantne znížené všetky sledované posturálne parametre bez ohľadu na dostupnosť zrakovej informácie.

**Záver:** Zlepšenie stability trupu ako následok pravidelnej fyzickej aktivity dáva predpoklad k zlepšeniu celkovej mobility, a tým k zníženiu rizika pádu. Významnosť získaných výsledkov práve v štádiu, kedy bola vynechaná antiparkinsonická farmakoterapia, nadväzuje na zistenia predchádzajúcich štúdií, ktoré

skúmali vplyv pohybovej aktivity na udržiavanie rovnováhy u pacientov s Parkinsonovou chorobou, a zároveň rozširuje doteraz známe informácie o regulácii rovnováhy u týchto pacientov pochádzajúce najmä z klinického hodnotenia posturálnej funkcie.

**Podakovanie:** S podporou VEGA 2/0080/22, VEGA 2/0076/22, APVV-20-0420, APVV-20-0466.

**Kľúčové slová:** Parkinsonova choroba, cvičenie, rovnováha trupu, akcelerometria.

# Vplyv výšky na reguláciu rovnováhy v prostredí virtuálnej reality

Zuzana Hirjaková<sup>1</sup>, Martin Marko<sup>1</sup>, Jana Kimijanová<sup>1</sup>, Igor Riečanský<sup>1,2</sup>, Diana Bzdúšková<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centrum experimentálnej medicíny, Slovenská akadémia vied v. v. i., Bratislava, Slovenská republika

<sup>2</sup> Psychiatrická klinika, Slovenská zdravotnícka univerzita a Univerzitná nemocnica Bratislava, Slovenská republika

**Úvod:** Virtuálna realita umožňuje simuláciu rôznych prostredí, ktoré nie sú v reálnom živote ľahko dostupné alebo sú spojené s rôznymi bezpečnostnými obmedzeniami, ako napr. pobyt vo výške. Výška predstavuje najbežnejšiu posturálnu hrozbu, a zároveň je prirodzeným stresovým faktorom. Približne 1/3 bežnej populácie trpí zvýšenou citlivosťou k vystavovaniu sa výške a pociťuje nepríjemný pocit, najmä ak hrozí riziko pádu. Preto je dôležité preskúmať, ako strach z pádu ovplyvňuje reguláciu rovnováhy nezávisle od starnutia a patológie.

**Cieľ:** Cieľom štúdie bolo popísať posturálne a psychofyziologické reakcie na expozíciu virtuálnej výške u mladých jedincov s rôznou intenzitou strachu z výšok.

**Metódy:** Na objektívne zhodnotenie prežívaného strachu počas statického a dynamického postoja sme u 42 mladých dobrovoľníkov (priemerný vek  $27,0 \pm 6,1$  rokov) využili kombináciu dotazníkov, fyziologických ukazovateľov (srdcová frekvencia, vodivosť kože, periférna teplota tela) a parametrov udržiavania rovnováhy (veľkosť a rýchlosť výchyliek tela). Silová plošina, na ktorej človek stál, snímala výchylky tela v predozadnom a bočnom smere, a zároveň vo virtuálnom prostredí predstavovala otvorenú kabínu výťahu. Merania prebehli na úrovni zeme a vo virtuálnej výške 20 m a 40 m.

**Výsledky:** Expozícia výške vyvolala komplexnú, spoľahlivú a robustnú psychofyziologickú reakciu so zmenami emocionálneho stavu, autonómnej aktivity a posturálnej rovnováhy, ktoré boli u jedincov so strachom z výšok zosilnené. U ľudí so strachom z výšok sme v porovnaní s ľuďmi s nízkym strachom zaznamenali stuhnutý, rigidný postoj charakterizovaný menšou veľkosťou výchyliek, menším náklonom tela v smere pôsobenia hrozby a súčasne vyššou rýchlosťou výchyliek tela.

**Záver:** Naše zistenia poukazujú na rozdielne posturálne stratégie v súvislosti s rôznou intenzitou strachu z výšok a zdôrazňujú súvislosť medzi psychofyziologickými markermi vnímaného stresu a reguláciou rovnováhy. Pri hodnotení posturálnej stability v stresujúcom prostredí vo výške (reálnej aj virtuálnej) je preto dôležité zohľadniť aj aktuálne prežívaný strach a úzkosť, ktoré zreteľne modulujú posturálne reakcie v ohrozujúcich situáciách s možným rizikom pádu.

**Podakovanie:** S podporou VEGA 2/0080/22 a APVV-20-0420.

**Kľúčové slová:** výška, virtuálna realita, posturálna regulácia, strach.

## Hodnotenie funkcie rovnováhy u pacientov po cievnej mozgovej príhode (v klinickej praxi)

Martin Gábor<sup>1,2,3</sup>, Jana Kimijanová<sup>1</sup>, Helena Šingliarová<sup>2</sup>, Peter Valkovič<sup>1,3</sup>, Zuzana Hirjaková<sup>1</sup>, Diana Bzdúšková<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centrum experimentálnej medicíny, Slovenská akadémia vied v. v. i., Bratislava, Slovenská republika

<sup>2</sup> Fyziatricko-rehabilitačné oddelenie, Univerzitná nemocnica Bratislava, Bratislava, Slovenská republika

<sup>3</sup> II. neurologická klinika, Lekárska fakulta Univerzity Komenského, Univerzitná nemocnica Bratislava, Bratislava, Slovenská republika

**Úvod:** Výskyt cievnych mozgových príhod celosvetovo markantne narastá. Po ikte zostávajú pacientom dlhodobé až trvalé deficity v podobe poškodenia motorických, senzoricých a posturálnych funkcií, čo sa odzrkadľuje na kvalite života a ich ďalšej integrácii do spoločnosti a pracovného života. Tieto poškodenia vieme efektívne zmiernovať a korigovať pomocou kvalitnej a včasnej neurorehabilitácie, ktorá je založená na dôslednej diagnostike pacienta. V rámci nej sa na klinické zhodnotenie začínajú čoraz viac využívať aj hodnotiace škály, ktoré prispievajú k celkovému obrazu stavu pacienta. Udržiavanie rovnováhy v sede, najmä v prvých dňoch po prekonaní mozgovej príhody, sa u jednotlivých pacientov líši, pričom trupová stabilizácia a jej ovládanie je primárnou záležitosťou rehabilitačného procesu. V našej štúdiu, ktorá sa zameriava na nové možnosti modulácie symetrie a zlepšenia mobility trupu pomocou senzorickej stimulácie, je okrem posturografického vyšetrenia (sed na pevnej podložke s otvorenými a zatvorenými očami a funkčné limity stability) a doplnkovej senzorickej intervencie dôležitou súčasťou aj hodnotenie stavu pacienta validnými škálami na posúdenie funkcie rovnováhy a kvality života. Cielená diagnostika pacienta pred začatím rehabilitačnej starostlivosti je nesmierne dôležitá aj pre ďalšie smerovanie terapie, prípadne jej úpravu.

**Cieľ:** Objektívne zhodnotiť pohyblivosť trupu a motorické funkcie pacientov pred a po doplnkovom senzoricom tréningu pomocou validných škál.

**Metódy:** Na doplnkovú senzoricú intervenciu využívame originálnu metodiku, ktorá je tvorená špeciálnou stoličkou so zabudovanou silovou plošinou na snímanie výchylek tela, prenosnou riadiacou jednotkou, výškovo nastaviteľným monitorom, softvérom a setom tréningových úloh. V rámci hodnotenia vplyvu intervencie taktiež využívame relevantné hodnotiace škály: Stroke Impact Scale (SIS), ktorou hodnotíme úroveň kvality života a Trunk impairment scale (TIS) pre posúdenie funkcie rovnováhy, funkčného stavu pacient.

**Výsledky:** 15 pacientov po cievnej mozgovej príhode počas hospitalizácie na Fyziatricko-rehabilitačnom oddelení UNB v Bratislave podstúpilo doplnkovú intervenciu v podobe tréningu náklonov (vôľových aj nevôľových) trupu do strán v sede. Pred a po intervencii sme komplexne zhodnotili funkčný stav pacienta



pomocou škál.

**Záver:** Poškodenie motorických a senzorických centier mozgu po cievnej mozgovej príhode vedie takmer vždy k zhoršeniu posturálnych funkcií, čo negatívne ovplyvňuje kvalitu života pacienta a jeho schopnosť znova sa plne zapojiť do spoločenského a pracovného života. Po absolvovaní doplnkového senzorického tréningu došlo u pacientov k zvýšeniu rozsahu pohyblivosti trupu, ktoré sa prejavilo v oboch použitých škálach slúžiacich na posúdenie posturálnej regulácie a kvality života. Objektívne zhodnotenie pacienta pred a po terapii aj z klinického hľadiska prináša cenné poznatky o efektívite terapie a významne prispieva k celkovému obrazu o funkčnom stave pacienta.

**Podakovanie:** S podporou APVV-20-0420.

**Kľúčové slová:** cievna mozgová príhoda, škály, TIS, SIS.

## Analýza chůze pacientů s periferní parézou v obraze povrchové elektromyografie

Monika Jasenská<sup>1,2</sup>, Barbora Kolářová<sup>1,3</sup>, Jiří Horníček<sup>3,4</sup>, Aleš Holobar<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Lékařská fakulta UPOL, Neurologická klinika, Olomouc, Česká republika

<sup>2</sup> Oddělení biomedicínského inženýrství, FNOL, Olomouc, Česká republika

<sup>3</sup> Oddělení rehabilitace, FNOL, Olomouc, Česká republika

<sup>4</sup> Lékařská fakulta UPOL, Ústav lékařské biofyziky, Olomouc, Česká republika

<sup>5</sup> Univerzita v Mariboru, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Maribor, Slovinsko

**Úvod:** Pohybový projev zdravého organismu je charakterizován vysokou mírou variability při provádění pohybových úkolů. Chůze, jako jeden ze základních motorických úkolů, vyžaduje koordinovanou aktivitu svalů dolních končetin (DK) a přesnou kontrolu rovnováhy. Při poruše řízení pohybu, zejména v důsledku neurologických nebo traumatologických změn, dochází k narušení těchto procesů, což se projevuje omezením schopnosti efektivně a plynule chodit.

**Cíle:** Cílem bylo posoudit rozdíly v aktivitě svalu m. tibialis anterior (TA) mezi pacienty s denervací tohoto svalu a zdravými dobrovolníky pomocí povrchové elektromyografie (sEMG) v kombinaci s analýzou pohybu zaznamenanou inerciální měřicí jednotkou (IMU).

**Metody:** Pilotní studie se zúčastnilo 19 pacientů s periferní parézou (průměrný věk  $57,9 \pm 10,4$  let; 6 žen, 13 mužů), která je klinicky manifestována motorickou ztrátou dorzálních flexorů a evertorů chodidla. Kontrolní skupina obsahovala 21 zdravých dobrovolníků (průměrný věk  $48,6 \pm 5,1$  let; 6 žen, 15 mužů). Obě skupiny podstoupily simultánní měření sEMG a IMU (Trigno™ System, Delsys, Inc., USA) během 10metrového testu chůze po chodbě v individuálně zvoleném pohodlném tempu. U obou skupin byla zaznamenávána kinematická data chodidla, elektrická aktivita svalů m. tibialis anterior a m. gastrocnemius medialis. Naměřené signály byly zpracovány v MATLAB R2023b (Mathworks, USA) v souladu s pokyny společnosti ISEK, odstraněním stejnosměrné složky, frekvenčním filtrem horní propust 20 Hz a dolní propust 500 Hz, získáním lineární obálky. Extrahované parametry svalové aktivity byly definovány pro pět vybraných krokových cyklů, které byly automaticky identifikovány pomocí IMU na chodidle.

**Výsledky:** Lineární smíšený model odhalil napříč jednotlivými krokovými cykly rozdíly mezi pacienty (paretická DK) a zdravými kontrolami (nedominantní DK) ve vybraných parametrech: menší iEMG (TA),  $p=0.025$ ; nižší vrchol ve fázi středního švihu (amplitudová doména maxima úhlové rychlosti),  $p<0.001$ ; pomalejší fáze předšvihu (časová doména minima úhlové rychlosti),  $p=0.009$ ; rychlejší krokový cyklus,  $p=0.009$ ; u pacientů ve srovnání se zdravými dobrovolníky.

**Závěr:** Srovnání mezi skupinami odhalilo rozdíly ve svalové aktivitě i úhlové rychlosti. U pacientů byla svalová aktivita TA nižší. Dále byla prokázána snížená dynamika odrazu a pomalejší chůze, omezená

dorzální flexe a snížená schopnost efektivně zvednout paretickou DK během chůze. Tyto výsledky jsou klíčové pro identifikaci specifických abnormalit spojených s chůzí, se kterými se pacienti potýkají, a přispívají k lepšímu porozumění jejich pohybových omezení.

**Klíčová slova:** sEMG, IMU, aktivace svalů, úhlová rychlost, periferní paréza, chůze, krokový cyklus.

## Vplyv typu motorickej úlohy na anticipačné posturálne nastavenie

L. Bizovská, K. Junková, L. Valtr, M. Janura

Katedra prírodných vied v kinantropológii, Fakulta telesnej kultúry, Univerzita Palackého v Olomouci

**Úvod:** Anticipačné posturálne nastavenie (APN) je možné chápať ako prípravu a posunutie segmentov tela niekoľko desiatok až stoviek milisekúnd pred predvídateľným narušením rovnovážnej polohy, resp. zahájením pohybu [1]. APN sú kľúčové na zabezpečenie stability a efektívneho prevedenia pohybu a súvisia s doprednou kontrolou. Okrem veku, zdravotného stavu a celkovej úrovne posturálnej kontroly, majú na ne vplyv i typ a rozsah plánovaného pohybu [2]. Nie je však jasné, ako konkrétne typ plánovaného pohybu ovplyvňuje pohyb pôsobiska reakčnej sily podložky (COP).

**Ciele:** Cieľom tejto práce bolo posúdiť rozdiely v charakteristikách pohybu COP počas APN pred zahájením motorických úloh rôzneho typu.

**Metódy:** Štúdie sa zúčastnilo 30 zdravých dospelých vo veku 18 – 25 rokov. Účastníci začínali bipedálnym stojom na dvoch silových plošinách (AMTI OR6-5, Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, MA, USA) a na svetelný signál boli vyzvaní: a) predložiť a vydržať aspoň 5 s vo výslednom unipedálnom stoji, b) zahájiť chôdzu a previesť 3 kroky vpred, c) vystúpiť na schod alebo d) prekročiť prekážku. Pohyb začínal dominantnou dolnou končatinou a bol prevedený preferovaným alebo rýchlym tempom. Efekt typu úlohy pre priemernú rýchlosť a rozsah pohybu COP v antero-posteriornom (AP) a medio-laterálnom (ML) smere boli posúdené pomocou Friedmanovej analýzy rozptylu a Wilcoxonovým testom.

**Výsledky (Preferované tempo):** Pri prevádzaní jednotlivých motorických úloh preferovaným tempom bol zistený štatisticky významný efekt typu úlohy u priemernej rýchlosti pohybu COP v AP smere a pre rozsahy pohybu COP v oboch smeroch ( $p < 0,001$ ). Post-hoc testy ukázali najnižší rozsah pohybu v ML smere počas zahájenia chôdze v porovnaní so všetkými ostatnými úlohami. Klinicky nepodstatné (rozdiel 0,4 mm.s<sup>-1</sup>), ale štatisticky významné navýšenie ML rozsahu bolo pozorované počas prekročenia prekážky oproti vystúpeniu na schod. Rozsah pohybu i priemerná rýchlosť v AP smere boli najnižšie počas predloženia v porovnaní so všetkými ostatnými úlohami. U rýchlosti v AP smere bola ďalej pozorovaná vyššia hodnota počas prekročenia prekážky oproti zahájeniu chôdze.

**Výsledky (Rýchle tempo):** Štatisticky významný efekt typu úlohy prevedenej rýchlym tempom bol pozorovaný u priemerných rýchlostí pohybu COP v oboch smeroch (ML  $p = 0,027$ ; AP  $p = 0,004$ ) a rozsahu pohybu v ML smere ( $p = 0,002$ ). Post hoc testy ukázali najnižšiu hodnotu ML rýchlosti počas zahájenia chôdze oproti všetkým ostatným úlohám. U AP rýchlosti bola najnižšia hodnota pozorovaná počas predloženia. Pre ML rozsah bola pozorovaný štatisticky významne nižšia hodnota počas zahájenia

chôdze oproti prednoženiu. Štatisticky významný, ale klinicky nevýznamný (rozdiel 0,2 mm), bol nárast ML rozsahu počas prednoženia oproti výstupu na schod.

**Záver:** Výsledky potvrdili, že typ motorickej úlohy má vplyv na prevedenie APN v oboch testovaných rýchlostiach pohybu. Najnižšie rýchlosti a rozsahy pohybu COP v ML smere boli pozorované počas zahájenia chôdze. Pohyb COP v ML smere je pritom rozhodujúci z hľadiska udržania stability [3]. Výsledky z hľadiska doprednej kontroly pohybu ukazujú zahájenie chôdze ako stabilizačne najmenej náročnú úlohu bez ohľadu na rýchlosť jej prevedenia.

**PodĎakovanie:** Výstup bol vypracovaný v rámci projektu Európskeho fondu regionálneho rozvoja INTERREG V-A Slovenská republika – Česká republika 2014-2020 (č. p. 304011P714).

**Kľúčové slová:** pôsobisko reakčnej sily podložky, dopredná kontrola, posturálna stabilita.

## References

1. Maki, B.E. (2009). Postural Strategies. In: Binder, M.D., Hirokawa, N., Windhorst, U. (eds) Encyclopedia of Neuroscience. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-29678-2\\_4714](https://doi.org/10.1007/978-3-540-29678-2_4714)
2. Latash, M. L. (2008). Neurophysiological basis of movement. Human Kinetics.
3. Rajachandrakumar, R., Fraser, J. E., Schinkel-Ivy, A., Inness, E. L., Biasin, L., Brunton, K., ... & Mansfield, A. (2017). Atypical anticipatory postural adjustments during gait initiation among individuals with sub-acute stroke. *Gait & posture*, 52, 325-331.

# Biomechanics of Pumping Techniques in Elite Windsurfers

Raz Margi<sup>1</sup>, Arielle G. Fischer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biomedical Engineering, Technion - Israel Institute of Technology, Israel

**Introduction:** Windsurfing is a highly demanding Olympic water sport encompassing complex techniques and tactics [1–4]. A recent exciting change occurred with the update iQ-Foil class, characterized by its hydrofoil structure, substantially affecting speed and technique. Pumping is a metabolically demanding technique involving a cyclic heaving motion of the sail. A specific type of this technique, improvement of Velocity Made Good (IOV) pumping, is used to increase the sailor’s velocity, optimize the sailing trajectory to the mark, or both when sailing upwind at high-speeds. Despite its importance, there has been no prior reporting on the kinematics of windsurfers’ bodies during such maneuvers at sea . This study aims to evaluate the performance and biomechanics of elite windsurfers’ IOV pumping technique during training sessions.

**Objectives:** To investigate the correlation between elite-level windsurfers’ pumping performance and their biomechanical parameters.

**Methods:** Five elite level windsurfers participated in two training sessions focused on IOV pumping, during which their pumping performance was measured. Their performance outcome was assessed by the mean increase in Velocity Made Good (VMG) resulting from the pumping motion. The mean added VMG represents the increase in velocity component in the wind direction. The windsurfers’ trajectory and velocity were recorded using GPS and IMU sensors embedded in an action camera (GoPro Inc., California, US) mounted at the board’s nose. The pumping motion was recorded using the same action camera, and the windsurfers’ body kinematics were evaluated using OpenPose [5] human pose estimation software. Using in-house software, the 3D center of mass (COM) position of the windsurfers was calculated (Figure 1). The COM distance to the board and the COM distance to the sail were chosen to represent the lower and upper body movements in the pumping technique. The variability of each pumping technique was evaluated by the coefficient of variation (CV) of the frequency and amplitude of both lower and upper body movements. These variability metrics were then correlated (Spearman rank) with the performance outcome for each pumping session (17 sessions).

**Results:** The mean added VMG during the pumping phase ranged from 0 to 2.3m/s over durations of 17 to 36 seconds. The athletes’ lower body pumping motion had a mean frequency of  $1.57 \pm 0.39$ Hz and a range of motion (ROM) of  $0.27 \pm 0.10$ m. The upper body mean frequency and ROM were  $1.52 \pm 0.28$ Hz and  $0.25 \pm 0.09$ m respectively. We found a moderate negative correlation between the amplitude CV and the surfer’s performance ( $R = -0.630$ ,  $p = 0.008$  for the upper body, and  $R = -0.659$ ,  $p = 0.005$  for the lower body), as well as between the pumping frequency and the surfer’s performance ( $R = -0.539$ ,  $p = 0.028$  for

the upper body, and  $R=-0.517$ ,  $p=0.036$  for the lower body).

**Conclusion:** This study reports on the pumping performance and biomechanical parameters of elite-level windsurfers, revealing that both upper and lower body movements are extensively used during the pumping technique, as shown by the pumping ROM. The findings show a moderate negative correlation between the variability in pumping motion (in terms of frequency and amplitude) and performance, indicating that consistent and precise movements are essential for effective pumping.



**Figure 1:** Windsurfers body kinematics and center of mass during a pumping phase.

**Keywords:** Sport biomechanics, Windsurfing, Center of Mass, OpenPose, Markerless motion capture.

## References

1. Bojsen-Møller, J., Larsson, B., & Aagaard, P. (2014). Physical requirements in Olympic sailing. *European Journal of Sport Science*, 15(3), 220–227. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.955130>
2. De Vito, G., Di Filippo, L., Rodio, A., Felici, F., & Madaffari, A. (1997). Is the Olympic boardsailor an endurance athlete?. *International journal of sports medicine*, 18(4), 281–284. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972634>
3. Vogiatzis, I., & De Vito, G. (2014). Physiological assessment of Olympic windsurfers. *European Journal of Sport Science*, 15(3), 228–234. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.920925>
4. Castagna, O., Brisswalter, J., Lacour, JR. et al. Physiological demands of different sailing techniques of the new Olympic windsurfing class. *Eur J Appl Physiol* 104, 1061–1067 (2008). <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0863-y>

5. Cao Z, Hidalgo G, Simon T, Wei SE, Sheikh Y. OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell.* 2018;43(1):172-186. <https://doi:10.1109/TPAMI.2019.2929257>



## Biomechanická analýza běhu na mazacích a nemazacích lyžích

Pavel Korvas, Tobiáš Goldschmidt, Jaroš Oliver, Bekr Ondřej, Šťastný Jan

Vysoké učení technické v Brně, CESA

**Úvod:** Technologie běžeckých lyží pro klasický způsob běhu se neustále vyvíjí v oblasti stavby lyží, materiálů pro stavbu lyží, skluznic a jejich úpravy. Základní posun nastal v 70. letech min. st., kdy se začaly vyrábět lyže s umělou skluznicí a začínají se vyvíjet typy běžeckých lyží, které se nemusí mazat stoupacími vosky pro odraz. V současné době se používají kvalitní nemazací lyže pro turistiku, sportovní trénink, ale i soutěže.

**Cíle:** Byla provedena studie běhu na mazacích a nemazacích lyžích (typ skin). Cílem bylo srovnání vybraných kinematických a kinetických ukazatelů.

**Metody:** Studie se zúčastnily dvě skupiny běžců na lyžích. Sk. A ( $n=5$ , věk  $44\pm 7$ ) s kvalitní běžeckou technikou, sk. B ( $n=5$ , věk  $= 22\pm 3$ ) - rekreační běžci s technickými nedostatky. Byly měřeny a hodnoceny vybrané kinematické a kinetické ukazatele běhu střídavého dvoudobého: časy jednotlivých fází a pohybového cyklu, relativní hodnoty doby fází cyklu, průměrné a maximální hodnoty tlaku důležitých fází cyklu. Měřený úsek byl v délce 70 m na rovině i ve stoupání ( $6^\circ$ ). Úsek na rovině běžci absolvovali rychlostí 12 km/h, ve stoupání 11 km/h. Bylo vybráno 10 navazujících pohybových cyklů pro zpracování. Pro sběr dat vybraných kinetických i kinematických proměnných byl použit mobilní systém tlakových vložek do bot Medilogic (fy. Medilogic, Germany). Záznam byl proveden na frekvenci 100 Hz. Data byla zpracována pomocí Matlab verze R2022. Pro hodnocení rozdílů jsme použili věcného hodnocení pomocí Cohen size coefficient  $d$  ( $d = 0,2 - 0,5$  věcně malý rozdíl,  $d = 0,5 - 0,8$  střední a  $d = 0,8$  velký).

**Výsledky:** U sk. A jsme zjistili mezi během na obou typech lyží jen malé věcné rozdíly na rovině i ve stoupání. U sk. B byly rozdíly v absolutních časových hodnotách také většinou věcně malé na rovině i ve stoupání. V relativních hodnotách byly tyto rozdíly věcně velké pro odrazovou a švihovou fázi ( $d=2,71$ ,  $d=1,91$ , respektive). Dále byl zjištěn věcně střední rozdíl pro velikost tlaku při průměrném odrazu. Větší hodnota byla zjištěna na skin lyžích. Mezi skupinami byly zjištěny na rovině i ve stoupání většinou rozdíly věcně velké významnosti mezi během na obou typech lyží ( $d = 0,82 - 17,26$ ). Výjimkou byly rozdíly v odrazové fázi. Z časových ukazatelů to byla delší doba odrazu na mazacích lyžích ve stoupání ( $d=0,14$ ) a také na skin lyžích ( $d=0,63$ ) u sk. B. Rozdíly středně velké významnosti byly zjištěny u tlaku na mazacích i skin lyžích na rovině i ve stoupání ( $d=0,53-0,73$ ). Na rovině vytvářeli vyšší tlak technicky lepší běžci, ve stoupání rekreační běžci.

**Závěr:** U technicky kvalitních běžců jsou rozdíly mezi během na obou typech lyží minimální, u rekreačních běžců nalézáme více rozdílů v náročnějším terénu, tedy ve stoupání. Mezi skupinami jsou většinou velké rozdíly na rovině i ve stoupání s několika málo výjimkami. Je to dáno rozdílem v kvalitě pohybových

vzorů, které technicky lepší běžci dokáží uplatnit na různých typech lyží.

**Klíčová slova:** běh na lyžích, pohybový cyklus, fáze pohybového cyklu, tlak na podložku.

# Vliv směřování pohledu na posturální stabilizaci při doskoku u sportovních gymnastek

K. Pavlasová, L. Bizovská, M. Janura

Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

**Úvod:** Akrobatické prvky patří mezi základní dovednosti ve sportovní gymnastice. Jejich provádění vyžaduje vysokou míru prostorové orientace, která zahrnuje informace zrakového, vestibulárního a somatosenzorického systému. Vizuální zpětná vazba je považována za dominantní zdroj informací během provádění akrobatických prvků [1]. To platí také pro její využití při doskoku, během kterého hraje důležitou roli pro udržení stability [2]. Doskok je nedílnou součástí letových prvků, kdy je cílem absorbovat kinetickou energii těla při zachování stability gymnastky [3]. Jeho precizní provedení je důležitým faktorem k dosažení úspěchu ve sportovní gymnastice [4].

**Cíle:** Cílem studie bylo posoudit u sportovních gymnastek vliv směřování pohledu při doskoku na posturální stabilizaci během jeho provedení.

**Metody:** Deset sportovních gymnastek ve věku 13–18 let, které se aktivně věnují závodní sportovní gymnastice, s počtem tréninkových hodin týdně 15 a více, provedlo šest pokusů pro seskok z 30 cm podložky, salto vzad skrčmo z 30 cm podložky, salto vpřed skrčmo a akrobatickou řadu (rondát-salto vzad skrčmo) na prostných do pozice doskoku dle platných pravidel sportovní gymnastiky. Vždy tři doskoky byly provedeny v náhodném pořadí se směřováním pohledu při doskoku rovně před sebe a tři s pohledem dolů na prostná. Pro zhodnocení posturální stabilizace při doskoku byla využita data pro úhlovou rychlost v sagitální rovině, získaná inerciálním senzorem Avanti (Delsys Inc., Natick, MA, USA), připevněným na spodní část zad gymnastek do výšky čtvrtého bederního obratle. Z naměřených dat byla vypočtena variabilita, index dynamické stability a doba stabilizace.

**Výsledky:** U seskoku z 30 cm podložky byly hodnoty měřených parametrů statisticky významně nižší při pohledu před sebe – variabilita ( $p = 0,033$ ), index dynamické stability ( $p = 0,013$ ) a doba stabilizace ( $p = 0,008$ ). Pro salto vpřed byly při pohledu před sebe zjištěny statisticky významně nižší hodnoty pro variabilitu ( $p = 0,022$ ) a index dynamické stability ( $p = 0,028$ ), doba stabilizace se významně nelišila. U salta vzad a akrobatické řady nebyly nalezené rozdíly statisticky významné (Tabulka 1).

**Závěr:** Z výsledků vyplývá, že směřování pohledu při doskoku může mít vliv na posturální stabilizaci během doskoku po akrobatických prvcích nebo řadách vpřed. Ačkoli většina trenérů učí své svěřence směřovat pohled při doskoku dolů na prostná, nejsou výsledky studie v tomto bodě jednoznačné.

**Poděkování:** Tato studie vznikla za podpory grantu Univerzity Palackého v Olomouci (č. p. IGA\_FTK\_2024\_007).

**Tabulka 1:** Výsledky porovnání pro různé směřování zraku (uvedeny v podobě medián (dolní kvartil;horní kvartil))

proměnná	provedení	pohled dolů	pohled rovně	p-hodnota
doba stabilizace	seskok	1.44(0.73; 1.67)	1.10(0.40; 1.56)	<b>0.008</b>
	salto vzad	1.34(0.52; 1.48)	1.46(1.08; 1.82)	> 0.05
	salto vpřed	1.60(1.48; 1.69)	1.58(1.47; 1.66)	> 0.05
	akro, řada	0.16(0.09; 0.60)	0.37(0.06; 0.56)	> 0.05
index dyn. stability	seskok	24.2(19.0; 29.4)	20.2(17.5; 27.5)	<b>0.013</b>
	salto vzad	40.3(37.1; 45.9)	39.9(35.1; 48.8)	> 0.05
	salto vpřed	65.7(61.4; 68.5)	62.6(56.8; 68.9)	0.028
	akro, řada	30.2(28.7; 45.9)	28.6(23.5; 47.5)	> 0.05
variabilita	seskok	27.3(22.2; 31.7)	24.5(20.5; 29.8)	<b>0.033</b>
	salto vzad	119.0(112.3; 131.6)	117.8(112.6; 132.3)	> 0.05
	salto vpřed	134.0(129.4; 147.2)	130.4(125.4; 139.5)	<b>0.022</b>
	akro, řada	83.9(73.2; 97.5)	80.6(68.1; 108.5)	> 0.05

**Klíčová slova:** doskok, gymnastika, inerciální senzor, posturální stabilizace, směřování pohledu.

## References

1. Heinen, T. (2015). THE ROLE OF VISUAL PERCEPTION IN THE CONTROL AND ACQUISITION OF GYMNASTICS SKILLS. *Science of Gymnastics Journal*, 7(3), 128. <http://dx.doi.org/10.5604/20831862.1111850>
2. Davlin, C. D., Sands, W. A., & Shultz, B. B. (2001). Peripheral Vision and Back Tuck Somersaults. *Perceptual and Motor Skills*, 93(2), 465-471. <https://doi.org/10.2466/pms.2001.93.2.465>
3. Christoforidou, A., Patikas, D. A., Bassa, E., Paraschos, I., Lazaridis, S., Christoforidis, C., & Kotzamanidis, C. (2017). Landing from different heights: Biomechanical and neuromuscular strategies in trained gymnasts and untrained prepubescent girls. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 32, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.11.003>
4. Straker, R., Exell, T.A., Farana, R., Hamill, J. & Irwin, G. (2022), Biomechanical responses to landing strategies of female artistic gymnasts. *European Journal of Sport Science*, 22: 1678-1685. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1976842>

# Vplyv svalovej sily dolných končatín na variabilitu pohybu trupu počas doskoku u športových gymnastiek

M. Janura<sup>1</sup>, K. Pavlasová<sup>1</sup>, Z. Gonosová<sup>1</sup>, R. Farana<sup>2</sup>, L. Bizovská<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra prírodných vied v kinantropológii, Fakulta telesnej kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

<sup>2</sup> Katedra štúdií ľudského pohybu, Pedagogická fakulta, Ostravská univerzita

**Úvod:** Úspešný doskok je zásadný pre bezpečnosť gymnastiek a dosiahnutie vysokého bodového hodnotenia v súťaži [1]. V priebehu posledných rokov došlo k modernizácii náradia, čo viedlo k zvýšeniu náročnosti gymnastických prvkov a zostáv z nich vytvorených [2]. To sa premietlo aj do zvýšených nárokov na stabilizáciu počas doskoku [3]. Na zabezpečenie optimálnej kontroly pohybu a stability kĺbov dolných končatín počas doskoku je dôležitá fyzická pripravenosť gymnastiek [4], predovšetkým adekvátna svalová sila dolných končatín. Svaly dolných končatín sa v neposlednom rade podieľajú aj na optimálnej absorpcii pôsobiacich síl, čo je pre stabilizáciu počas doskoku kľúčové [3].

**Ciele:** Cieľom štúdie bolo posúdiť vplyv svalovej sily dolných končatín na variabilitu pohybu trupu počas doskoku u športových gymnastiek.

**Metódy:** Jedenásť súťažne aktívnych športových gymnastiek vo veku 13–18 rokov vykonalo na prostných tri pokusy doskoku podľa platných pravidiel po výskoku z vyvýšenej podložky, salte vzad a vpred skrčmo a akrobatickej rade (rondát – salto vzad skrčmo). Na zhodnotenie variability pohybu trupu počas doskoku (VAR) boli využité stredné kvadratické chyby priebehu signálov uhlovej rýchlosti v sagitálnej, frontálnej i transverzálnej rovine a lineárneho zrýchlenia v antero-posteriornom, medio-laterálnom a vertikálnom smere, získané inerciálnym senzorom Avanti (Delsys Inc., Natick, MA, USA), pripojeným na spodnú časť chrbta gymnastiek. Svalová sila dolných končatín bola testovaná prístrojom IsoMed 2000 leg-press (D. & R. Ferstl GmbH, Hema, Nemecko) v excentrickom isokineticom režime rýchlosťami 400 mm.s<sup>-1</sup> a 600 mm.s<sup>-1</sup>. Z nameraných dát bola určená hodnota maximálnej dosiahnutej sily (F<sub>max</sub>) a veľkosť práce (W). Medzi VAR a silovými charakteristikami boli vypočítané Spearmanove korelačné koeficienty.

**Výsledky:** Pre nižšiu testovaciu rýchlosť bola zistená štatisticky významná korelácia medzi F<sub>max</sub> a VAR po akrobatickej rade v sagitálnej rovine ( $r = -0,79$ ) a vo vertikálnom smere ( $r = -0,64$ ), a tiež pri salte vpred vo vertikálnom smere ( $r = -0,75$ ). Ďalej bola zistená významná korelácia medzi W a VAR po akrobatickej rade v sagitálnej rovine ( $r = -0,76$ ), medio-laterálnom smere ( $r = -0,83$ ), vertikálnom smere ( $r = -0,83$ ) a pre salto vpred vo frontálnej rovine ( $r = -0,71$ ). Pre vyššiu testovaciu rýchlosť boli zistené štatisticky významné korelácie medzi F<sub>max</sub> a VAR pri akrobatickej rade v prípade vertikálneho ( $r = -0,64$ ) a medio-laterálneho ( $r = -0,84$ ) smeru pohybu, pre salto vpred v rovine frontálnej ( $r = -0,65$ ) a vertikálnom smere ( $r = -0,63$ ). Ďalej bola zistená významná korelácia medzi W a VAR po akrobatickej rade vo frontálnej rovine ( $r = -0,67$ ), v medio-laterálnom ( $r = -0,90$ ) a vo vertikálnom smere ( $r = -0,84$ ).

**Záver:** Z výsledkov vyplýva, že svalová sila dolných končatín ovplyvňuje VAR po akrobatickej rade vzad a salte vpred. Pri doskoku po zoskoku z vyvýšenej plochy a po salte vzad z miesta neboli zistené štatisticky významné korelácie, čo môže byť zdôvodnené ich nižšou náročnosťou vykonania.

**PodĎakování:** Táto štúdia vznikla za podpory grantu Univerzity Palackého v Olomouci (č. p. IGA\_FTK\_2024\_007).

**Klíčová slova:** doskok, gymnastika, posturálna stabilizácia, svalová sila.

## References

1. Glynn, B., Laird, J., Herrington, L., Rushton, A., & Heneghan, N. R. (2022). Analysis of landing performance and ankle injury in elite British artistic gymnastics using a modified drop land task: A longitudinal observational study. *Physical Therapy in Sport*, 55, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2022.01.006>
2. Fédération Internationale de Gymnastique, 2021. Women's/Men's Technical Committee. Lausanne: FIG.
3. Kyselovičová O. and Zemková E. (2024) The effects of aerobic gymnastics training on performance-related variables in an elite athlete: a 2-year follow-up study. *Front. Physiol.* 15:1380024. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2024.1380024>
4. Marinšek, M. (2010). BASIC LANDING CHARACTERISTICS AND THEIR APPLICATION IN ARTISTIC GYMNASTICS. *Science of Gymnastics Journal*, 2(2).

# Efekt hluboké mozkové stimulace na časoprostorové parametry chůze

Lucie Horáková, Slávka Neřuková

České vysoké učení technické v Praze, katedra biomedicínské informatiky

**Úvod:** Parkinsonova nemoc je nevléčitelné neurologické onemocnění. U této nemoci je možné pouze tlumit projevy nemoci, a to především farmakologicky. Nicméně dlouhodobá farmakologická léčba může postupně selhat. Doplnkem, popřípadě úplnou náhradou farmakologické léčby, může být hluboká mozková stimulace. Principem metody je aplikace elektrických impulzů do specifických mozkových oblastí.

**Cíle:** Posoudit efekt hluboké mozkové stimulace na časoprostorové parametry prosté chůze a chůze s kognitivní úlohou.

**Metody:** Výsledky studie byly získány z dat 26 pacientů s Parkinsonovou nemocí ( $56 \pm 10$  let; MDS-UPDRS část III  $22 \pm 11$ ). Pacienti byli měřeni předoperačně (M1), po 6 (M6) a 12 (M12) měsících od operace. Všichni pacienti dokončili 2minutový test chůze s otáčením na délku 10 metrů následované shodným testem s přidanou kognitivní úlohou s nasazeným inerciálním senzorem G-WALK. Parametry chůze byly získány z inerciálního senzoru G-WALK. Parametry byly zpracovány pomocí analýzy hlavních komponent (PCA). Ze signifikantně významných komponent, pro 75 % hodnotu prahové variace, byly identifikovány tři parametry s nejvyšším vlivem. Testování normality dat bylo provedeno Shapiro-Wilkovým testem. Rozdíly mezi M1 a M6, M1 a M12 byly provedeny párovým testem. Základní signifikace byla nastavena na 0,05 a následně upravena pomocí Bonferroniho korekce pro násobné testování.

**Výsledky:** Pro předoperační a pooperační porovnání byly použity čtyři hlavní komponenty. Pooperační M6 skóre MDS-UPDRS část III bylo  $18 \pm 9$ , procentuální zlepšení činilo 19 %. Srovnání M1 a M6 prosté chůze ukázalo signifikantní rozdíly kadenci, délce a trvání dvojkroku, trvání oporné a švihové fáze, fáze jedné opory a indexu odrazu ( $p < 0,001$ ). Při kognitivní úloze byl rozdíl v trvání fází a dvojkroku také, navíc také v indexu symetrie ( $p < 0,001$ ). Pooperační M12 skóre MDS-UPDRS část III bylo  $15 \pm 11$ , procentuální zlepšení činilo 34 %. Srovnání M1 a M12 ukázalo signifikantní rozdíly ve shodných parametrech jako při srovnání s M6, avšak pro délku dvojkroku vyjádřenou v procentech výšky ( $p < 0,001$ ). Při kognitivní úloze byly signifikantní rozdíly ve shodných parametrech jako při srovnání s M6 ( $p < 0,001$ ).

**Závěr:** Hluboká mozková stimulace má významný vliv na trvání oporné a švihové fáze, fáze jedné opory a dvojkroku. U prosté chůze navíc na kadenci a délku dvojkroku. U chůze s kognitivní úlohou na index symetrie. Pooperační 6měsíční změny v délce dvojkroku a trvání oporné a švihové fáze jsou v souladu se studiemi. Pooperační roční změny v trvání švihové fáze a fáze jedné opory jsou v souladu se studiemi. Nicméně, další práce se zaměří na selekci specifických kroků (vyloučení kroků před a po otočce) a analýzu

otoček během chůze, které v současné době jsou v literatuře analyzovány pouze trváním a úhlovou rychlostí. Práce byla podpořena projektem Národního ústavu pro neurologický výzkum (Program EXCELES, ID: LX22NPO5107) financovaného z Evropské unie (Next Generation EU).

**Poděkování:** Práce byla podpořena projektem Národního ústavu pro neurologický výzkum (Program EXCELES ID: LX22NPO5107), financovaného z Evropské unie (Next Generation EU).

**Klíčová slova:** Parkinsonova nemoc, hluboká mozková stimulace, analýza chůze, chůze s kognitivní úlohou



# Hodnocení rovnováhy po terapii v imerzní virtuální realitě u pacientů s Parkinsonovou nemocí

Lucie Honzíková<sup>1</sup>, Marcela Dabrowská<sup>1</sup>, Irena Skřinařová<sup>2</sup>, Kristýna Mullerová<sup>2</sup>, Renáta Čecháčková<sup>2</sup>, Eva Augste<sup>1</sup>, Jana Trdá<sup>3</sup>, Šárka Baníková<sup>2</sup>, Michal Filip<sup>1</sup>, David Školoudík<sup>1</sup>, Iva Štefková<sup>1</sup>, Vojtěch Štula<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ostravská univerzita, Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

<sup>2</sup>Fakultní nemocnice Ostrava, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

<sup>3</sup>VR Vitalis Ostrava

**Úvod:** Imerzní virtuální realita (IVR) nabízí jiný způsob rehabilitace než ten, na který jsou pacienti zvyklí, může je motivovat k větší spolupráci a k lepším výsledkům v terapii. To je důležité především u dlouhodobé rehabilitace. Neurodegenerativní onemocnění centrálního nervového systému vlivem Parkinsonovy nemoci narušuje kontrolu držení těla. To výrazně ovlivňuje možnost vykonávat každodenní aktivity, zvyšuje riziko pádu a snižuje pacientovu kvalitu života. U těchto pacientů by mohla být dlouhodobá fyzioterapie s podporou IVR jednou z cest, jak oddálit nebo zpomalit potíže spojené s touto nemocí.

**Cíle:** Zhodnotit rovnováhu u Parkinsoniků po terapii v IVR.

**Metody:** Do studie bylo zahrnuto 17 pacientů ( $62,6 \pm 12,3$  let). Kritéria pro zahrnutí do studie – plnoletý pacient ve stadiu dle Hoehnové a Yahra 1-3, samostatný a mobilní pacient, stabilizovaný stav a spolupracující. Terapie v IVR probíhala 2/týdně po dobu 4 týdnů. Vstupní a výstupní měření probíhalo do 14 dní od zahájení terapie nebo jejím ukončením. Pro posouzení rovnováhy byl použit BBS test (Berg balance scale, test podle Bergové) 14-položková balanční škála obsahující specifické pohybové úkoly. Dále byl k vyšetření využit dynamický chodník h/p/cosmos®Rehawalk® se systémem zebris. Data byla zpracována v programu PAST parametrickým párovým t-testem.

**Výsledky:** U testu BBS bylo statisticky nevýznamné zlepšení skóre po aplikované terapii v IVR.

**Závěr:** Výsledky poukazují na účinek terapie v IVR u testu hodnocení rovnováhy, kde se snížené hodnoty po terapii pohybují v oblasti nižšího rizika pádu u sledované skupiny pacientů.

**Klíčová slova:** neurodegenerativní onemocnění, pády, rovnováha, zebris.

# Kolísání rychlosti jako účinnost plavecké techniky a její vliv na plavecký výkon u kraulového sprintu

Michaela Bátorová<sup>1</sup>, Jan Šťastný<sup>1</sup>, Miroslav Janura<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centrum sportovních aktivit, Vysoké učení technické v Brně

<sup>2</sup> Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

## Abstrakt:

**Úvod:** Výzkumy ukazují, že je efektivnější zdokonalovat techniku než zvyšovat tréninkové objemy, a to zejména u mladých plavců (Morais et al., 2021). Někteří odborníci tvrdí, že vyšší účinnost techniky je důležitější na tratích 200 m a delších (Huang et al., 2010; Šťastný, 2016). Proto jsme se rozhodli zkoumat, zda vyšší účinnost plavecké techniky, tedy dle našeho pojetí nižší kolísání rychlosti, pozitivně ovlivňuje průměrnou rychlost plavání i na krátké 25metrové kraulové trati a s jakým dalším faktorem musí být účinnost spojená, pro dosažení nejlepšího plaveckého výkonu.

**Cíle:** Tato studie měla za cíl ověřit, zda menší kolísání rychlosti, tedy vyšší účinnost plavecké techniky, přispívá k nárůstu průměrné rychlosti plavání během maximálně intenzivního sprintu na 25 metrů kraulem.

**Metody:** Pro výzkum byly vybrány skupiny závodních plavců z plaveckých klubů, sportovních gymnázií a české reprezentace. Plavci museli být starší 14 let, bez zdravotních omezení a aktivně závodit za svůj klub.

**Tabulka 1:** Antropometrické parametry (M ± SD)\*

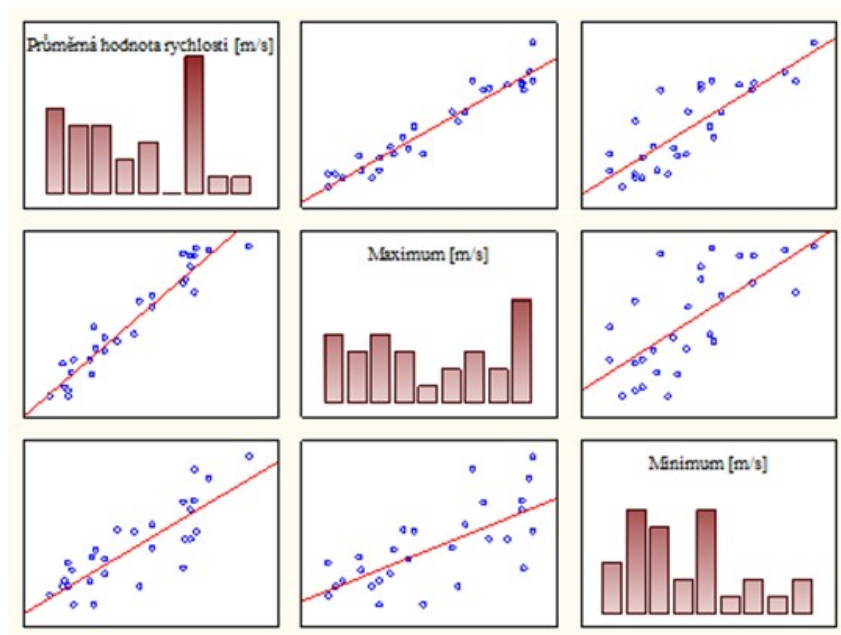
Parametr	Ženy (n=12)	Muži (n=16)
Věk (roky)	18.3 ± 2.3	19.6 ± 3.9
Výška (cm)	170.1 ± 5.7	183.9 ± 10.5
Hmotnost (kg)	59.6 ± 4.7	77.5 ± 11.6

\* Poznámka. M = průměr; SD = směrodatná odchylka

Pro měření 25metrových kraulových úseků maximální rychlostí bylo použito zařízení SwIMU (Swimming Inercial Measure Unit) s tříosým gyroskopem a synchronním videozáznamem ( $\pm 0,05$  s). Každý úsek byl rozdělen na plavání pod vodou (nebyl vyhodnocován) a kraulem (bez prvního a posledního cyklu).

Pro ověření hypotézy byly vypočítány průměrné hodnoty rychlosti a účinnosti ze šesti měření, Spearmanovy korelace u vybraných parametrů a regresní model zkoumající závislost průměrné rychlosti na účinnosti techniky a maximální rychlosti (na hladině 0,05).

**Výsledky:** Pro úsek plavaný kraulem jsme statisticky významné korelace našli pro maximální ( $r = 0,953$ ) a minimální ( $r = 0,830$ ) hodnoty rychlosti, průměrnou frekvenci pohybu HK ( $r = 0,600$ ) a DK ( $r = 0,652$ ) vzhledem k průměrné rychlosti plavání v tomto úseku (Obrázek 1).



**Obrázek 1:** Zobrazení závislostí dle Spearmanova korelačního koeficientu u plavání kraulem a histogramy jednotlivých parametrů vyjádřené sloupcovými grafy.

Naopak statisticky významnou negativní závislost jsme našli mezi účinností a průměrnou rychlostí plavání kraulem ( $r = -0,484$ ).

Dále byl vytvořen regresní model, který zkoumá závislost průměrné rychlosti na účinnosti plavecké techniky a maximální rychlosti, vyjádřenou rovnicí:

$$z = -5066 + 5324 \cdot x + 0.751 \cdot y$$

kde je tato závislost statisticky významná na hladině významnosti 0,05, přičemž p-hodnoty celkového F testu i dílčích T testů jsou menší než 0,0001 ( $z$  průměrnou rychlost,  $x$  účinnost plavecké techniky a  $y$  maximální rychlost).

**Závěr:** Na základě výsledků našeho regresního modelu, můžeme konstatovat, že kombinace vysoké malého kolísání rychlosti plavání (vysoké účinnosti techniky) v maximální rychlosti má významný pozitivní vliv na průměrnou rychlost kraulu i na krátké 25metrové trati. Přičemž, účinnost plavecké techniky na průměrnou rychlost kraulu až sedmkrát větší vliv než maximální rychlost, což naznačuje, že pro zlepšení výkonu je efektivnější zaměřit se na zvýšení účinnosti techniky než na dosažení vyšších maximálních rychlostí.

**Klíčová slova:** účinnost plavecké techniky, kolísání rychlosti, kraul, plavecký výkon.

## Gait in Women with Primary Dysmenorrhea

Svetlana Hrachovinova, Tomas Klein, Zdenek Svoboda

Faculty of Physical Culture, Palacky University Olomouc, Czech Republic

**Introduction:** The menstrual cycle (MC) influences women's life in a significant way. Fluctuating levels of female sex hormones during MC cause regular changes in physical and psychological level of the body. MC also effects tissue laxity and stability of the joints [1]. Primary dysmenorrhea (PD) means painful menstruation without the presence of pelvic pathology. It is associated with functional viscerosomatic changes. PD effects muscle tension and postural stability [2]. Gait as a basic movement behaviour of a human reflects individual settings and changes at the level of locomotive system, internal organs, or psyche. We therefore assume, that also changes in the musculoskeletal system due to both PD and hormonal fluctuations during different phases of MC could influence the gait pattern.

**Objectives:** The aim of the study was to investigate differences in gait performance in women with PD compared to healthy subjects in periovulatory and menstrual phase of MC.

**Methods:** This study follows a previous research Gait in healthy women in different phases of MC. The same protocol was used in both studies. The study population was 18 young women (age  $22.6 \pm 2.0$  years). Inclusion criteria were regular MC with moderate to severe menstrual pain ( $>3$  points on Visual Analogue Scale). Exclusion criteria included use of hormonal contraception, gynaecological disorder, pregnancy or systemic illness. All participants signed informed consent. They obtained urine ovulatory tests (SeeNow LH, Nantong Egens Biotechnology Co., Ltd.) and were instructed about their use. Then, series of measurements was performed at university gait laboratory. We followed the same protocol during periovulatory and menstrual phase of MC. The participants came to the laboratory within 72 hours from the beginning of menstruation or detection of a positive ovulatory test. 10 gait trials were recorded for each participant. Retroreflective markers were placed on the trunk, pelvis, and lower limbs using calibrated anatomical system technique. Kinematic data was recorded by Vicon Vantage V5 motion capture system (Oxford Metrics, London, UK). After data collection, the data was processed using Vicon Nexus 2.11 (Oxford Metrics Group, London, UK) and Visual 3D Professional (C-Motion Inc., Germantown, Maryland, USA). Finally, the data was statistically processed in Statistica v12 (TIBCO Software, Palo Alto, USA). The differences between groups were assessed by paired t-test. P-value  $<0.05$  was considered statistically significant.

**Results:** We evaluated range of motion (ROM) of the trunk and pelvis. Our results showed significantly greater pelvic ROM in sagittal plane during periovulatory phase of MC in healthy women (Table 1). We found general tendencies to greater ROM during ovulation in healthy women, but the differences were not significant. We found no significant differences during menstrual phase of MC.

**Table 1:** Results of kinematic analysis in periovulatory phase of MC

ROM	Plane	Dysmenorrhea		Control group		P-value
		Mean	SD	Mean	SD	
Trunk	Sagittal	102,48	31,27	94,38	29,74	89,43
	Frontal	78,67	20,3	72,11	16,44	63,76
	Transverse	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03
Pelvis	Sagittal	66,53	22,66	58,02	11,35	84,63
	Frontal	51,82	18,35	42,86	14,32	65,61
	Transverse	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04

ROM – range of motion. SD – standard deviation. ROM values are presented in angular degrees.

**Conclusion:** We can conclude that PD affects gait performance. Consideration of the ongoing phase of MC is important. Further research on this topic combining both kinematic analysis and physiotherapeutic examination would be useful.

**Acknowledgments:** This study was supported by grants from the Internal Grant Agency of Palacky University Olomouc (IGA\_FTK\_2022\_004 and IGA\_FTK\_2023\_003).

**Keywords:** primary dysmenorrhea, menstruation, ovulation, gait, kinematic analysis.

## References

1. Balachandar V., Marciniak J.L., Wall O., Balachandar C. (2017). Effects of the menstrual cycle on lower-limb biomechanics, neuromuscular control, and anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. In *Muscles Ligaments Tendons J.*, 7(1), 136–146. <https://doi.org/10.11138/2Fmltj%2F2017.7.1.136>
2. Karout S., Soubra L., Rahme D., Karout L., Khojah H., Itani R. (2021). Prevalence, risk factors, and management practices of primary dysmenorrhea among young females. In *BMC Women's Health*, 21(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12905-021-01532-w>



## Sponsors / Sponzoři



**DIGITAL FORCE PLATE  
TECHNOLOGY**  
Revolutionizing biomechanical  
measurements

[www.kistler.com/  
biomechanics](http://www.kistler.com/biomechanics)

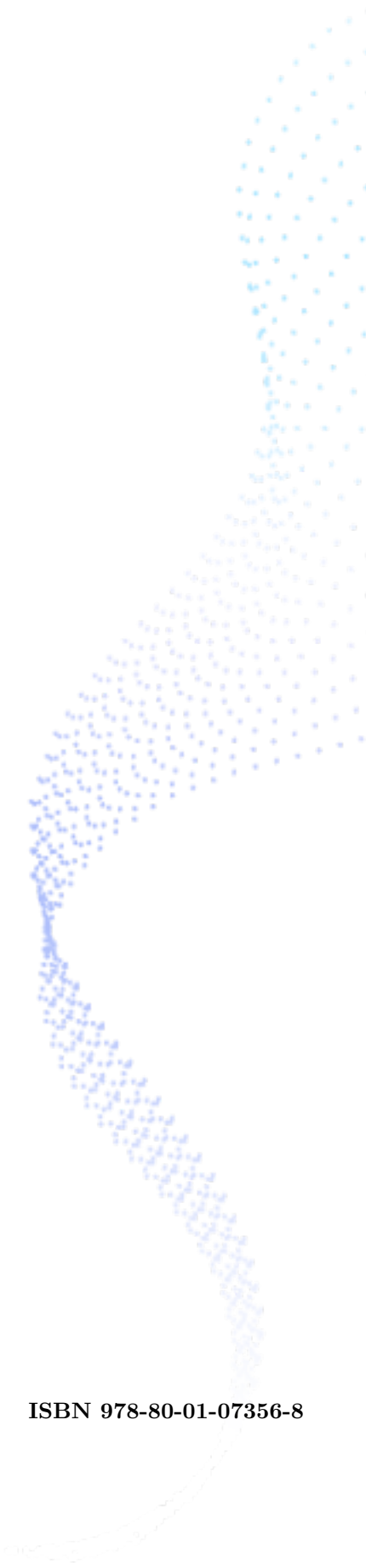
**KISTLER**  
measure. analyze. Innovate.

The advertisement features a dark blue background with a golden wireframe structure of a force plate. The text is in white and blue. The Kistler logo is in blue. The tagline 'measure. analyze. Innovate.' is in a smaller blue font.

ČESKÁ SPOLEČNOST PRO  
**3** BIOMECHANIKU







ISBN 978-80-01-07356-8