

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vztah mezi laterální symetrií pletence  
ramenního v modifikovaném stoji na rukou  
a Upper Quarter Y Balance Testem**

Vedoucí bakalářské práce:

**PhDr. Roman Malíř**

Vypracoval:

**Ondřej Havelka**

Praha, květen 2023

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne podpis

.....

..... Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení: Fakulta / katedra: Datum vypůjčení: Podpis:

---

## Poděkování

Největší poděkování patří PhDr. Romanu Malířovi za trpělivost a ochotu, se kterou ke mně a mé práci přistupoval. Svými odbornými znalostmi a zkušenostmi mi předával mnoho užitečných rad a konstruktivní kritiky. Pohotové odpovědi a kontrola práce i nad rámec svých běžných pracovních povinností v rámci fakulty (často i o víkendech), mi umožnili odevzdat práci v dřívějším termínu. Dále bych touto cestou rád poděkoval všem, kteří se na výzkumu podíleli a umožnili jeho hladký průběh.

## **Abstrakt**

**Název:** Vztah mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoju na rukou a Upper Quarter Y Balance Testem

**Cíle:** Cílem práce je testovat vztah mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoju na rukou a skórem v Upper Quarter Y Balance Test.

**Metody:** V tomto empirickém výzkumu byl testován vztah mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoju na rukou a skórem Upper Quarter Y Balance Testu. Stabilita pletence ramenního byla testována pomocí UQYBT skóre a následně kategorizována na pletenec ramenní s vyšším skórem (P, L, S). Kvalita stoje na rukou byla zkoumána pomocí markerů na spina scapulae a předmětem zkoumání byl posun markerů vůči základně na ose y a posun markerů na ose x vůči ose úsečky. Výsledné kategorie byly označeny jako rameno výš (P, L, S) pro posun na ose y a rameno vzdálenější od osy úsečky (P, L, S). Pro testování vztahu mezi těmito proměnnými byl použit test asociace Goodman-Kruskal  $\lambda$ , který měří sílu asociace mezi dvěma kategoriálními proměnnými (UQYBT a rameno výš (P/L/S), UQYBT a rameno dál (P/L/S)). Tento vztah byl interpretován pomocí hodnoty  $\lambda$  koeficientu, který se pohyboval mezi 0 a 1.

**Výsledky:** Výsledky ukázaly nepatrný a statisticky nevýznamný vztah mezi rozdílnou výškou markeru pletence ramenního (posun na ose y) v modifikovaném stoju na rukou a skórem v Upper Quarter Y Balance Test ( $\lambda$  0.091 (CI[0.00; 0.23])). Vztah mezi vzdáleností markeru pletence ramenního (osa x) a skórem v Upper Quarter Y Balance Test byl rovněž nepatrný a statisticky nevýznamný ( $\lambda$  = 0.030 (CI[0.00; 0.17])). Možným důvodem takového vztahu je nedostatečná kvalita provedení stoje na rukou participanty, nebo nevhodně zvolený test pro hodnocení stability ramenního kloubu.

**Klíčová slova:** Gymnastika; Ramenní kloub; Stabilita; Stoj na rukou

## **Abstract**

**Title:** Relationship between lateral symmetry of the shoulder girdle in modified handstand position and Upper Quarter Y Balance Test

**Objectives:** The aim of this study is to test the relationship between the lateral symmetry of the shoulder girdle in the modified handstand position and the score in the Upper Quarter Y Balance Test.

**Methods:** This empirical research investigated the connection between the lateral symmetry of the shoulder girdle in a modified handstand position and the Upper Quarter Y Balance Test (UQYBT) score. Shoulder stability was assessed using the UQYBT score and categorized as shoulder with higher score (P, L, S). The quality of the handstand was evaluated by examining marker displacement relative to the baseline on the y-axis, resulting in higher marker position (P, L, S) and x-axis relative to the line segment, resulting in farther marker position (P, L, S). The relationship between these variables was analyzed using the Goodman-Kruskal  $\lambda$  association test, which measures the strength of association between two categorical variables (UQYBT and higher shoulder (P/L/S), and UQYBT and farther shoulder (P/L/S)). The  $\lambda$  coefficient, ranging from 0 to 1, was used to interpret the relationship.

### **Results:**

The results showed a minimal and statistically insignificant relationship between the different height of the shoulder girdle marker (displacement on the y-axis) in the modified handstand position and the score in the Upper Quarter Y Balance Test ( $\lambda = 0.091$ , CI [0.00; 0.23]). The relationship between the distance of the shoulder girdle marker (x-axis) and the score in the Upper Quarter Y Balance Test was also minimal and statistically insignificant ( $\lambda = 0.030$ , CI [0.00; 0.17]). One possible reason for such a relationship could be the inadequate execution of the handstand position by the participants or an inappropriate choice of the test for assessing shoulder joint stability.

**Keywords:** Gymnastics; Shoulder joint; Stability; Handstand

# Obsah

Seznam zkratek.....	9
1 Úvod.....	10
2 Současný stav poznání.....	12
2.1 Stoj na rukou.....	12
2.1.1 Historie a vývoj stoje na rukou.....	12
2.1.2 Stoj na rukou v gymnastice .....	13
2.2 Fyziologie balancování a udržování rovnováhy .....	13
2.3 Princip balancování .....	15
2.3.1 Segmenty těla a jejich vzájemné postavení vůči sobě.....	15
2.3.2 Balancování ve stoje na rukou .....	16
2.4 Funkční anatomie pletence ramenního .....	18
2.4.1 Kloub .....	18
2.4.2 Pletenec ramenní.....	19
2.4.3 Pohyby pletence ramenního.....	21
2.4.4 Stabilita ramenního kloubu.....	22
2.5 Testy stability pletence ramenního .....	22
3 Cíl práce.....	24
3.1 Úkoly práce.....	24
3.2 Vědecké otázky a hypotézy práce .....	24
3.2.1 Vědecké otázky.....	24
3.2.2 Hypotézy.....	24
4 Metody výzkumu.....	25
4.1 Výzkumný subjekt.....	25
4.2 Procedury sběru dat .....	26
4.2.1 Antropometrie.....	26
4.2.2 Upper Quarter Y Balance Test (UQYBT).....	27

4.2.3 Modifikovaný stoj na rukou .....	27
4.3 Sběr dat – průběh.....	28
4.4 Analýza dat.....	29
4.4.1 Předpoklady a deskriptivní analýza dat .....	31
4.4.2 Testování vztahu UQYBT L/P a laterální symetrií modifikovaného stoje na rukou .....	32
5 Výsledky.....	33
5.1 Předpoklady a deskriptivní analýza dat.....	33
5.2 Testování vztahu UQYBT L/P a laterální symetrií modifikovaného stoje na rukou	35
6 Diskuse .....	37
7 Závěr.....	39
8 Reference.....	40
9 Přílohy .....	45



## Seznam zkratek

CGH = Cavitas glenoidale humeri  
UQYBT = Upper quarter Y balance test  
SGM = Sportovní gymnastika mužů  
SGŽ = Sportovní gymnastika žen  
CoF = Code of points  
FIG = Mezinárodní gymnastická federace  
YBT = Y balance test  
UK = Univerzita Karlova  
FTVS = Fakulta tělesné výchovy a sportu  
SC = Sternoclaviculární kloub  
AC = Acromioclaviculární kloub  
ST = Scapulothorakální kloub

# 1 Úvod

V této bakalářské práci se zabývám vztahem mezi laterální symetrií ramenních kloubů při modifikovaném stoju na rukou a funkcí pletence ramenního testovanou standardizovaným terénním testem Upper Quarter Y Balance Test (UQYBT). Jakožto aktivní trenér kalisteniky si všímám u svých svěřenců častých problémů s ramenními klouby, ať už se jedná o jakékoliv chronické problémy s pohybovým aparátem či jen o aktuální (nekorektní) držení těla při cvičení. Sám se věnuji handbalancingu více než 7 let a téma stoje na rukou je mi velice blízké. Z tohoto důvodu jsem neváhal využít nabídky podílet se na výzkumu, který téma stoje na rukou a problematiku ramenního kloubu spojuje.

Stoj na rukou si pravděpodobně většina lidí spojí s gymnastickými aktivitami, konkrétněji možná se sportovní gymnastikou. Ačkoli ve sportovní gymnastice je stoj na rukou esenciální dovedností a ve statické či dynamické podobě je tento prvek možné pozorovat napříč všemi disciplínami, je stoj na rukou samostatná dovednost, která je pouze součástí gymnastických, ale i negymnastických aktivit. Mezi negymnastické, pohybové aktivity zahrnující stoj na rukou můžeme zařadit například cheerleading, kalisteniku, breakdance apod.

Stoj na rukou je možné provádět samostatně (statická poloha stoje na rukou) nebo se může jednat o dílčí dovednost komplexnějších cvičení v gymnastických aktivitách. Ve statické poloze stoje na rukou, která se ve sportovní gymnastice mužů provádí například na prostných, bradlech nebo kruzích, je zapotřebí setrvat v nehybné poloze stoje na rukou po určitou dobu (výdrž ve stoju na rukou). Na druhou stranu dynamická forma stoje na rukou je esenciální pro dynamické prvky, kde se stoj na rukou vyskytuje jako průchozí poloha, například u přemetů vpřed, vzad či stranou. Dále může být stoj na rukou závěrečnou či konečnou polohou pro vazby jednotlivých prvků, jako je například kotoul vzad se zášvihem do stoje na rukou apod.

Balancování ve stoju na rukou a kvalita provedení je determinována mnoha faktory, kde důležitou roli hrají různé balanční strategie skrze jednotlivé nosné kloubní struktury, jako jsou zápěstí, loketní klouby, ramenní klouby a kyčelní klouby. Dle evidence jsou tyto balanční strategie různě důležité, kdy někteří autoři proklamují, že pletenec ramenní hraje také významnou roli v balancování v průběhu stoje na rukou. Správné provedení stoje na rukou vyžaduje specifické vzájemné postavení jednotlivých segmentů těla vůči sobě, kde je zapotřebí určitý rozsah v ramenním kloubu (plná flexe 180°). Zároveň sportovec musí unést celou svou

tělesnou hmotnost na pažích, a to právě v tomto rozsahu v ramenních kloubech. Stabilita pletence ramenního může být tedy také významnou složkou ovlivňující stabilitu a kvalitu stoje na rukou.

Stabilita a mobilita pletence ramenního je považována za důležitý faktor sportovního výkonu v mnoha sportech, které zahrnují práci horních končetin. Stablním ramenním kloubem rozumíme fyziologické funkce jednotlivých aktivních a pasivních stabilizátorů ramenního kloubu. Vztah mezi správnou mobilitou a stabilitou pletence ramenního k výkonu a prevenci zranění je již dlouhodobě zkoumané téma. Práce se zaměřuje především na laterální diferenciaci ve stoji na rukou ve vztahu ke stabilitě ramenního kloubu. Lateralita s sebou často nese následky v podobě svalových disbalancí, které se mohou projevit právě v rozdílné stabilitě pravého a levého pletence ramenního. Tyto stranové odlišnosti jsou přirozeným jevem, ale některé jednostranné činnosti a sportovní aktivity mohou rozdíl značně prohloubit.

## 2 Současný stav poznání

### 2.1 Stoj na rukou

Stoj na rukou je inverzní, labilní, statická rovnovážná poloha těla střemhlav. Stoj na rukou je dovednost, která zasahuje do mnoha sportovních aktivit (Hedbávný a kol., 2013b). Balancování na rukou je samostatná aktivita, která je součástí mnoha gymnastických (gymnastické i negymnastické sporty, gymnastické druhy) i negymnastických aktivit (aktivity nepřímo související s gymnastikou).

#### 2.1.1 Historie a vývoj stoje na rukou

Zmínky o balancování na rukou jsou známy již z antického Řecka, Říma, Persie, Číny, Indie, Mexika, Egypta a dalších, kdy stoj na rukou byl součástí rituálů, akrobatických vystoupení nebo oslav a vyvíjel se skrze yogu, akrobacii, tance aj. Nejedná se tedy pouze o prvek moderní historie. Řecká mytologie znázorňuje v některých pramenech akrobaty v pozici stoje na rukou okolo 400-300 př. n. l., viz Obrázek č. 1, a krétské akrobaty na býcích již 2000 př. n. l. Balancování na rukou bylo velkou součástí čínské akrobacie již za dynastie Han a je tomu tak až do dnešní doby. Později se stoj na rukou stal součástí umění Shaolinských mnichů (Loni Lincoln, 2018). Dnešní pojetí stoje na rukou se od minulosti liší především z hlediska technického provedení.



Obrázek č. 1. *Antické Řecko. Socha akrobata ve stoji na rukou. Datována okolo 400-300 př. N. l. (Sadigh Galery, ancient art New York)*

### 2.1.2 Stoj na rukou v gymnastice

Stoj na rukou je možné vidět ve statické i dynamické podobě téměř ve všech gymnastických aktivitách. Balancování na rukou je v dnešní době pravděpodobně nejvíce spojené se sportovní gymnastikou. Stoj na rukou je, ve statické či dynamické formě, součástí všech šesti disciplín Sportovní gymnastiky mužů (SGM) a všech čtyř disciplín Sportovní gymnastiky žen (SGŽ). Dovednost stoje na rukou vyžaduje pro gymnasty vysokou míru fyzické připravenosti, koordinačních a balančních schopností (Kochanowicz a kol., 2015). Můžeme zde pozorovat v jedné sportovní oblasti širokou škálu využití stoje na rukou, jelikož tato pozice je specifická, ale variabilní vzhledem k pohybovému obsahu cvičení a disciplíně a také specifické konstrukci gymnastického nářadí (kruhy, bradla, prostná apod.) (Arnista a kol., 2020) (Kochanowicz a kol., 2019). Dle nejnovější verze Code of Points (CoP) vydanou Mezinárodní gymnastickou federací (Fédération Internationale de Gymnastique; FIG) je stanoveno provedení statického stoje na rukou z biomechanického hlediska, kde určité klouby musí tvořit jednotnou přímku a dále se hodnotí délka výdrže ve statické poloze, která dle CoF musí trvat po dobu minimálně 2 vteřiny (FIG, 2022).

## 2.2 Fyziologie balancování a udržování rovnováhy

Obecně je balancování snaha dosáhnout stavu, kdy všechny působící síly na objekt jsou vyvážené. V tomto okamžiku se hovoří o takzvaném „ekvilibriu“ (z aj. *equilibrium* = vyváženost) – označení stavu, kdy je objekt v klidové pozici a tedy stabilní. Stoj na rukou je neustálá snaha o dosažení stavu vyváženosti a vyrovnání působících sil, kdy výsledná působící síla zůstává  $g$  – tíhová síla (Ribeiro a kol., 2016). Pro udržení vyváženosti prostřednictvím koordinačních schopností využíváme vizuální kontrolu (zrak), vestibulární aparát, a propiocepci (Hedbávný a kol., 2013b). Na základě podnětů z receptorů tělo reaguje svalovými kontrakcemi pro vytvoření točivého momentu v jednotlivých kloubech, čímž udržuje těžiště kolmo nad základnou (Yeadon a Trewartha, 2003).

Vizuální podněty popisuje Mourek (2012): „*Zrakem jsme schopni rozlišovat nejen světlo a tmu, ale i pohyb, jeho směr a rychlost, poznávat předměty v našem okolí, a tak se orientovat v prostoru. Zrak představuje přibližně 60-65 % všech našich informací. Oko je tak nejvýznamnějším smyslovým orgánem.*“ (Mourek, 2012, s. 175). Dle některých studií hraje přijímání vizuálních podnětů klíčovou roli při koordinaci v napřímené poloze těla. Například Gautier et al. (2007) uvádí, že participantů ( $n = 10$ ) měli se zavřenýma očima zhoršené výsledky

stability oproti pokusům s vizuální kontrolou. Vizuální podnět je pro koordinaci důležitý z důvodu detekce směru pohybu a možnosti řízení jeho trajektorie (Gautier a kol., 2007).

Propriocepce je proces, při kterém jsme schopni vnímat tělo a jeho jednotlivé segmenty v časoprostoru skrze receptory v kloubech, svalech a šlachách. O přenos vzruchu se starají mechanické a nervové receptory, které můžeme dělit na interoceptory a exteroceptory. Propriocepce hraje významnou roli v každodenním životě. Díky propriopecce se můžeme pohybovat bez nutnosti vizuální kontroly nad jednotlivými končetinami a částmi těla (Mourek, 2012). Receptory v kloubech informují o poloze kloubu vůči zbytku těla a nastavení kloubu samotného, například jaký úhel svírá. Vnímání úhlu ovšem nedokáže tělo z těchto receptorů poznat přesně a proto se jim přisuzuje hlavně informační funkce o pozici kloubu a kloubů vůči sobě navzájem, čímž jsme schopni rozpoznat lokaci těla v prostoru (Tuthill a Azim, 2018). Dalším proprioceptorem jsou svalová vřeténka (nervosvalová vřeténka). Tuthill a Azim (2018) ve své knize Propriocepce poukazují na svalová vřeténka a jejich neurony jako na hlavní senzoreceptory pro vnímání pozice kloubu. Tyto receptory můžeme dělit dle funkce na alfa a gama moto-neurony, případně na eferentní a aferentní neurony. Stimulace neuronů způsobuje kontrakci svalového vlákna při zachování délky svalového vřeténka pro správný přenos vzruchů (Tuthill a Azim, 2018). Golgiho šlachová tělíska jsou rozsáhlou skupinou receptorů udávajících informace o pozici kloubu. Tyto receptory se ovšem nenacházejí ve svalových buňkách, ale ve šlachách. Podnět dostávají skrze natažení svalu a aferentní drahou předávají informaci do mozku (Mourek, 2012).

Posledním, výše zmíněným důležitým systémem je vestibulární aparát. Vestibulární aparát je orgán vnitřního ucha, který nám pomáhá udržovat rovnováhu a orientaci v prostoru. Je složen ze tří půlkruhových kanálků a dvou váčků s otolity (Otolity jsou malé krystalické částice vnitřního ucha, které pomáhají udržovat rovnováhu a vnímat pohyb těla). Půlkruhové kanálky jsou naplněny tekutinou, která se pohybuje při pohybu hlavy. To aktivuje senzorycké buňky, které jsou umístěny v kanálcích (Lopez, 2016). V půlkruhových kanálcích vestibulárního aparátu se nachází specializované senzorycké buňky, tzv. vlasové buňky, které mají řasy zvané kinocilium a stereocilia. Tyto řasy jsou pokryty senzoryckými molekulami, které reagují na pohyb endolymfy v kanálku. Pohyb endolymfy v daném kanálku způsobuje hybnost stereocilií (Stereocilie jsou mikroskopické chloupky na povrchu senzoryckých buněk vnitřního ucha, které jsou citlivé na pohyb a slouží k přenosu zvukových nebo rovnovážných informací do mozku), a to v závislosti na směru a intenzitě pohybu. Při pohybu hlavy v určitém směru se endolymfa v kanálku pohybuje, a to způsobuje ohyb řas. Pokud se pohybujeme například vlevo a vpravo,

vlasové buňky v odpovídajícím půlkruhovém kanálku se aktivují a posílají signály do mozku, který zpracovává informace o orientaci hlavy a těla v prostor (Baloh a Kerber, 2011). Různé orientace řas vlasových buněk v kanálcích umožňují detekci pohybu hlavy v různých rovinách. Například kanálky orientované v horizontální rovině jsou citlivé na pohyby hlavy vlevo a vpravo, zatímco kanály vertikálně orientované jsou citlivé na pohyby hlavy nahoru a dolů. Tyto informace jsou poté integrovány v mozku, který sestavuje kompletní obraz o poloze a orientaci těla v prostoru (Baloh a Kerber, 2011).

## **2.3 Princip balancování**

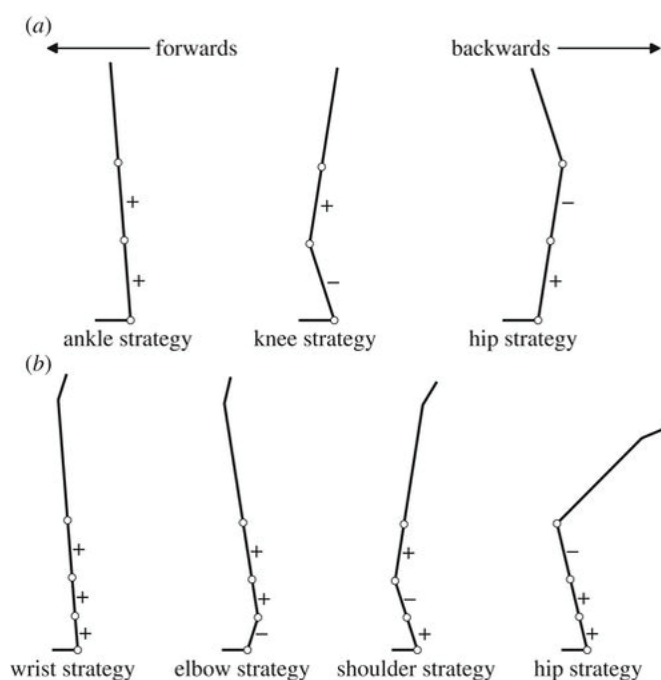
Balancování je kontrola těžiště a vracení jeho vychýlení do stabilní polohy. Podobně jako u vzpřímeného stoje na nohou, máme i při balancování na ruku několik možností, jak vyrovnávat odchylky od rovnovážné polohy. U stoje na nohou je možné rozdělit balancování do 2 základních principů. Vyrovnání skrze pohyb kotníku, primárně plantární flexí, a ohybem v kyčlích, popřípadě ještě ohybem v kolenou. Vyrovnání pohybu je tedy závislé na pohybech v kloubech, které pracují s těžištěm. Balancování na ruku funguje na stejném principu (Blenkinsop a kol., 2017; Kerwin a Trewartha, 2001).

### **2.3.1 Segmenty těla a jejich vzájemné postavení vůči sobě**

Klíčové body pro pozici stoje na ruku jsou klouby, které nastavují postavení jednotlivých tělesných segmentů vůči sobě a zemi. Tyto klouby jsou zápěstní, loketní, ramenní, kyčelní, kolenní a hlezenní (Gatti, 2019). Vyžadována je plná extenze loketního kloubu, která minimalizuje silové nároky pro udržení těla v inverzní poloze s veškerou váhou drženou právě na pažích. Ramenní kloub se nachází ve flexi v pozici vzpažit, lopatky v elevaci. Pozice pánve může být přirozeně centrovaná se zachováním přirozeného zakřivení páteře. V estetických sportech se ovšem pánev přesouvá do retroverze, čímž vznikne hypo-lordotické zakřivení bederní páteře a vznikne rovnější linie celého těla, společně s aktivací hýžd'ových svalů, zajišťující větší stabilitu. Kolenní klouby se nachází v plné extenzi.. Kotníky jsou v pozici plantární flexe hlezenního kloubu. Pozice kloubů vytvoří pomyslnou přímku (Gatti, 2022). Technika se může lišit na základě pohybové aktivity, které je stoj na ruku součástí. Provedení bude rozdílné pro typ náradí (např. právě SGM a SGŽ), tvar, tvrdost a velikost plochy základny, či pro pravidla samotné pohybové aktivity (Arnista a kol., 2020).

### 2.3.2 Balancování ve stoji na rukou

Existuje několik způsobů balancování ve stoji na rukou, které jsou rozlišovány dle dominantního kloubu, který zajišťuje vyvažování a tím zajišťuje stabilitu ve stoji na rukou. Na základě těchto kloubních struktur (popsáno výše) mluvíme o specifických balančních strategiích, které jsou: strategie balancování zápěstí, strategie balancování loketním kloubem, strategie balancování ramenním kloubem a strategie balancování kyčelním kloubem (Blenkinsop et al. 2017) viz Obrázek č. 2. Využití odlišných strategií balancování ve stoji na rukou se měnilo skrze historický vývoj samotné dovednosti, gymnastického náradí či základně, na kterém stoj na rukou sportovec provádí. Dalšími faktory pro využívání balančních strategií v různém zastoupení jsou například antropometrické parametry jedince a osobní preference (Yeadon a Trewartha, 2003).



Obrázek č. 2. Strategie balancování. A) stoj na nohou: strategie kotníkem, kolenem, kyčelním ohybem. B) stoj na rukou: strategie balancování zápěstím, loketním, ramenním a kyčelním kloubem (Blenkinsop a kol., 2017)

Oproti vzpřímenému stoji na nohou je inverzní poloha náročnější z důvodu menší základny, větší vzdálenosti těžiště od místa opory a nižší pozice hlavy vůči opoře, která nám částečně znehodnocuje signály z vestibulárního orgánu (Hedbávný, 2013a). Autor Blenkinsop (2017) tvrdí, že strategie balancování jsou oddělené skupiny, které synergicky pracují pouze v 1 % při

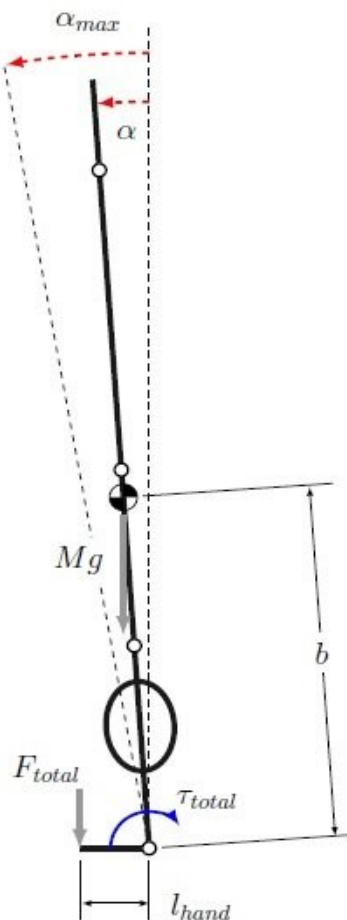


stojí na nohou a pouze ve 2 % při inverzní pozici, stojí na rukou. Točivý moment dle autora udává nejvíce inferiorní kloub k základně. V případě stoje na rukou se jedná o zápěstí, které je dominantní strategií ve více než 75 % případů (Blenkinsop a kol., 2017).

Balancování zápěstím můžeme převážně vidět na pevné, stabilní a vodorovné ploše, kdy dlaně a prsty jsou natažené a dotýkají se podložky (Kochanowicz a kol., 2019)

V biomechanicky zjednodušeném modelu je počítáno se statickou pozicí stoje na rukou, ale ve skutečnosti se jedná vždy o dynamickou pozici a neustálé vytváření točivého momentu v kloubech (Gatti, 2019).

Strategie balancování zápěstním kloubem se dle mnoha autorů jeví jako hlavní při balancování na pevné podložce. Při vychýlení z rovnovážné polohy se stahem flexorových svalů v předloktí vytvoří točivý moment na zápěstí o dostatečné síle pro udržení pozice stoje na rukou. Pro možnost kontroly a balancování je tělo mírně vychýleno z kolmé pozice a tvoří úhel „ $\alpha$ “, znázorněno v Obrázku č. 3. V tuto chvíli, pro udržení stoje na rukou, tělo začíná vytvářet moment síly na zápěstí. Pro udržení statické pozice je zapotřebí vyvinout celkovou sílu  $F$  na ruku a prsty ruky, pro vyrovnání náklonu a přepadajícího těžiště.



Obrázek č. 3. Biomechanický model stoje na rukou. Strategie balancování zápěstím (Gatti, 2019)

Úhel „ $\alpha$  max“ udává rozmezí, ve kterém je jedinec schopen pracovat s těžištěm ve stoji na ruce. Pozice těla mimo úhel „ $\alpha$  max“ může znamenat ztrátu rovnováhy v anteriorním nebo posteriorním směru, kterou tělo není schopno skrze točivý moment zápěstí vybalancovat. Počátek úhlu „ $\alpha$  max“ označujeme jako vyváženost, kde působící síla je pouze  $F_g$ . Hraniční úhel „ $\alpha$  max“, závisí na umístění těžiště a délce našich dlaní nebo prstů (Gatti, 2019).

Kloubů, které mohou ovlivnit pozici těžiště a dosažení rovnovážné polohy, je ovšem více. Mezi další důležitou strategií balancování se řadí strategie balancování ramenními klouby. Kontrakcí svalů pletence ramenního do flexe či extenze se mění úhel, který ramenní kloub svírá s tělem. Na základě pozice ramenního kloubu se mění pozice těžiště, které se tělo snaží udržet nad základnou. Vytvoření točivého momentu v ramenním kloubu často doprovází synergický, točivý moment pánve (Kerwin a Trewartha 2001). Tyto strategie jsou zapojeny v momentě, kdy nelze dosáhnout dostatečného točivého momentu v zápěstí či pro balancování na specifickém nářadí či povrchu, kdy strategie balancování zápěstím není možná, nebo je znehodnocena (Kochanowicz a kol., 2019).

Strategie balancování kyčelním kloubem je strategie, která často působí synergicky s dalšími strategiemi. Jak je napsáno výše, strategie balancování zápěstím je dominantní strategie a ostatní strategie se využívají převážně ve chvíli, kdy tato strategie selže. Z toho důvodu je kyčelní ohyb pro udržení rovnovážné pozice a kontrolu těžiště až druhotná strategie. Dle Kerwina a Trewartha (2001) Je pořadí strategie balancování kyčelním ohybem na 3. místě. Dominantní strategií je již zmíněná strategie zápěstí, následována strategií ramenního kloubu.

Mezi další strategie patří balancování skrze flexi a extenzi loketního kloubu. Z již zmíněných strategií je používána nejméně a zapojuje se v případě selhání předešlých strategií, popřípadě na specifickém nářadí (Kochanowicz a kol., 2019).

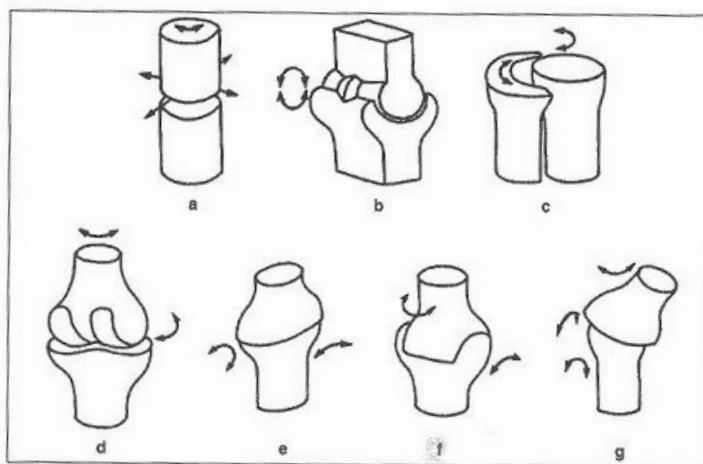
## **2.4 Funkční anatomie pletence ramenního**

### **2.4.1 Kloub**

Klouby jsou pohyblivá spojení, která spojují kosti našeho těla a jsou klíčová pro mobilitu našeho těla a pohyby jednotlivých tělesných segmentů. Synoviální klouby můžeme diverzifikovat na jednoduché spoje, kde se spojují jen dvě kosti (např.: gleno-humerální kloub, kyčelní kloub), a na složené spoje, kde se střetává vícero kostí (např.: loketní kloub, zápěstní

kloub), popřípadě dvě kosti a kloubní disk či meniskus (např.: kolenní kloub). Každý kloub zahrnuje konce kostí pokryté chrupavčítým povlakem tvořícím kloubní plochy, který poskytuje ochranu a snižuje tření mezi těmito kostmi. Tyto kloubní plochy (*fascies articulares*) jsou zpravidla tvořeny jamkou kloubu konkávního tvaru a hlavicí kloubu tvaru konvexního (Hudák, 2015). Další důležitou roli v celém spojení tvoří vazy, které upevňují plochy přiléhajících kostí a disků či menisků. Vazy napomáhají stabilitě kloubů a umožňují rozsah pohybu za udržení strukturální stability. Pro snížení tření, tlumení nárazů a hladký chod kloubního spojení je přítomna také silně viskózní synoviální tekutina (Čihák, 2011).

Kloubní spojení lze dělit také podle jejich anatomického tvaru a možností vykonávaných pohybů. Jedná se o kloubní spojení: kulovité, elipsoidní, sedlové, válcové, kladkové, ploché, tuhé. Každý spoj má specifické vlastnosti, které umožňují různé rozsahy pohybu a stabilitu, viz Obrázek č. 4 (Hudák, 2015).



Obrázek č. 4. Anatomické rozdělení synoviálních kloubů: a) kloub plochý, b) kloub sedlový, c) kloub kolový, d) kloub válcový, e) kloub elipsoidní, f) kloub kladkový, g) kloub kulovitý (Tým rehabilitace.info 2017).

#### 2.4.2 Pletenec ramenní

Pletenec ramenní je soubor kostních a kloubních struktur, které připojují horní končetinu k hrudnímu koši. Kostí, které tvoří pletenec ramenní, jsou kost klíční, lopatka a kost pažní. Mezi těmito kostmi vznikají čtyři hlavní kloubní spojení. Kromě těchto kostí jsou ke strukturám pletence ramenního často připojovány také sternum (hrudní kost) a žebra (Huri a Paschos, 2017). Propojení celého pletence ramenního s hrudním košem zajišťuje sternoclaviculární kloubní spojení a spíše „fyziologické“ spojení, které se nazývá scapulothorakální spojení, připojuje lopatku ke hrudnímu koši přes žebra (Venus, Pagare, 2019). Funkční propojení

pletence ramenního zajišťují kloubní spojení glenohumerální, které spojuje humerus a lopatku, a acromioclaviculární spojení, které spojuje claviculu s lopatkou skrze výběžek acromionu.

Díky složité struktuře pletence ramenního je tělu umožněn velký rozsah v pohybu horních končetin. Jednotlivé části synergicky fungují jako celek pro dosažení potřebných rozsahů a udržení stability (Venus, Pagare, 2019).

Gleno-humerální spojení (Articulatio glenohumeralis) je jednoduchý, kulovitý a volný kloub, tvořený hlavicí kosti pažní (humerus) a jamkou lopatky (cavitas glenoidale humeri = CGH). Gleno-humerální spojení je součástí velké struktury zvané pletenec ramenní, spolupracující na pohybech horní končetiny, stabilitě ramenního kloubu a jeho pohyblivosti. Pletenec ramenní se skládá z několika kloubních spojení. Všechny jsou funkčně spojeny a pracují ve vzájemné souhře, poměrově dle typu pohybu (Huri a Paschos, 2017). Díky mechanickým vlastnostem glenohumerálního kloubu se jedná o nejpohyblivější kloub v celém pohybovém aparátu člověka. Mělká jamka CGH, společně v kombinaci s velkou hlavicí kosti pažní umožňují relativně velký rozsah v pohybu, což s sebou však přináší značné nároky na stabilitu (Čihák, 2011). Velký rozsah pohybu v pletenci ramenním je způsoben také vzájemnou interakcí mezi kloubním spojením a pohyby lopatky (Park, 2015). Stabilitu glenohumerálního kloubu zajišťuje několik statických a dynamických mechanismů pro zachování vyváženého vztahu mezi mobilitou a stabilitou. Mezi nejdůležitější mechanismy stabilizace gleno-humerálního kloubu patří kompresní síly, které přitahují hlavici humeru směrem k CGH. Kompresní síly jsou vytvářeny pasivními a aktivními stabilizátory. Díky asymetrii jamky ramenního kloubu se kontaktní plocha kloubního spojení mění v závislosti na pohybu. Menší kontaktní plocha znamená zhoršenou stabilitu kloubního spojení (Neoral, 2014). Pohyby ramenního kloubu nejsou pouze pohyby v gleno-humerálním kloubu, ale celého pletence ramenního obsahujícího i ostatní kloubní spojení, jak bylo již popsáno výše.

Sternoklavikulární kloub (SC kloub) je složený kloub, skládající se z dvou kostí, mezi kterými je vložen disk vazivového původu. Tento kloub vzniká mezi klíční kostí (claviculou) a sternem. Tímto kloubním spojením je horní končetina připojena k trupu. SC kloub umožňuje různé pohyby, včetně elevace, deprese, protrakce, retrakce a rotace (Čihák, 2011).

Akromioklavikulární kloub (AC kloub) je jednoduché, tuhé kloubní spojení s malými rozsahy pohybu do všech směrů. AC kloub se nachází na bočním konci klíční kosti, kde se spojuje s akromionem lopatky. Jedná se o synoviální kloub, který je udržován vazivovými strukturami. AC kloub především umožňuje rotaci a naklonění lopatky během pohybů paže (Kachlík a kol., 2015).

Scapulothorakální kloubní spojení (ST kloub) se nachází mezi lopatkou (scapula) a hrudní stěnou (thorax). Jedná se o funkční spojení, nikoli tradiční anatomický kloub. Pohyb lopatky na hrudní stěně je zajištěn klouzavým kontaktem mezi lopatkou a hrudní stěnou a součinností svalů. Scapulothorakální spojení je klíčové pro správnou funkci ramene a umožňuje pohyby lopatky v různých směrech: elevace, deprese, protrakce, retrakce, abdukce, addukce (Čihák, 2011).

### 2.4.3 Pohyby pletence ramenního

Pohyby pletence ramenního lze rozdělit do tří druhů pohybů: v coronální rovině lze provádět abdukci a addukci, v sagitální rovině flexi a extenzi. V glenohumerálním spojení lze provádět také interní a externí rotaci. Při abdukci horní končetiny dochází k pohybu jak v ramenním kloubu, tak u lopatky v poměru okolo 2:1 v možných variacích u prvních 30°. Tato souhra lopatky a glenohumerálního spojení se nazývá scapulo-humerální rytmus. Základní fyziologický rozsah pro abdukci je 0-180°, pro flexi do 180° a pro extenzi do 50°. Externí a interní rotace se provádí okolo podélné osy spojující caput humeri a capitulum humeri do 90° (Čihák, 2011). V Tabulce 1 jsou znázorněny jednotlivé svaly zúčastněné na pohybech v pletenci ramenním.

Tabulka 1. *Svaly pletence ramenního, podílející se na pohybech v ramenním kloubu (Janda, 2004)*

Svaly rotátorové manžety	m. supraspinatus	m. infraspinatus	m. teres minor
Flexorové svaly	m. deltoideus – klavikulární část	m. coracobrachialis	m. pectoralis major klavikulární část, m. deltoideus střední část, m. biceps brachii
Extenzorové svaly	m. latissimus dorsi	m. teres major	m. deltoideus
abdukce	m. deltoideus	m. supraspinatus	m. deltoideus, m. biceps brachii, m. serratus anterior
addukce	m. latissimus dorsi	m. pectoralis major	m. teres major, m. teres minor
Externí rotace	m. infraspinatus	m. supraspinatus	m. teres minor
Interní rotace	m. subscapularis	m. latissimus dorsi	m. teres major

#### 2.4.4 Stabilita ramenního kloubu

Stabilitu pletence ramenního (respektive glenohumerálního spojení) zajišťují pasivní a aktivní stabilizátory. Pasivními stabilizátory kostí se rozumí všechny struktury, které pomáhají udržovat stabilitu ramenního kloubu bez aktivní kontrakce (Park, 2015). Glenohumerální stabilita je charakterizována jako síla nutná pro dislokaci ramenního kloubu dělena kompresní zátěží. Jelikož neexistují 2 stejné hlavice humeru a 2 stejné CGH, tento poměr bude individuální záležitostí jedince a bude záviset především na hloubce konkávnosti CGH. Čím hlubší bude, tím větší síla bude potřeba pro dislokaci glenohumerálního kloubu. Pro zajištění větší hloubky CGH (a tím stability) je okraj CGH pokryt vazivovou strukturou (*labrum*), která stabilizuje postavení hlavice v jamce (Huri a Paschos, 2017). Pouze 25–30 % hlavice humeru je zasazeno do jamky. Toto procento se mění v závislosti na anatomické pozici, ve které se zrovna kloub nachází. Se zvyšující se abdukci se zvyšuje kontakt ploch, a tedy zvyšuje se také stabilita (Park, 2015). Míru stability, respektive nestability bude určovat také směr síly působící na ramenní kloub. Malé množství stability, kterou CGH zajišťuje, je závislé na její hloubce, tvaru a sklonu. Mezi další pasivní stabilizátory patří také ligamenta ramenního kloubu, která napomáhají eliminovat rotace a translační pohyby kloubu v extrémních polohách (ligamenta pracují jako bariéry proti dislokaci/luxaci kloubů obecně (Park, 2015)).

Do skupiny aktivních stabilizátorů patří svaly a šlachy v oblasti kloubu. V případě glenohumerálního spojení se jedná o svaly rotátorové manžety (viz Tabulka 1), biceps brachii, deltoid, pectoralis major a latissimus dorsi. Všechny tyto svaly jsou důležité pro správnou funkci ramenního kloubu. Vytvářejí kompresní síly, které tlačí hlavici humeru do CGH. Společně s pasivními stabilizátory se zaslouhují o maximální funkčnost a stabilitu glenohumerálního spojení a celého pletence ramenního. Svalové kompresní síly jsou pravděpodobně nejdůležitějším faktorem při hraničních pozicích, kde hrozí dislokace (Lugo a kol., 2008).

#### 2.5 Testy stability pletence ramenního

Testování ramenního kloubu, jeho stability a pasivního či aktivního rozsahu v pohybu hraje významnou roli při optimalizaci sportovního výkonu, v prehabilitaci či rehabilitaci sportovce. Pro správné a bezpečné provedení optimálního pohybu je důležitá určitá míra stability a rozsahu. Významné odchylky mohou změnit provedení a náročnost cvičení, včetně zvýšení možných zdravotních rizik (Park, 2015). V esteticko-koordinačních sportech, jako například ve

sportovní či moderní gymnastice, mohou horší hodnoty stability a mobility pletence ramenního znamenat odchylky od prvků vymezených pravidly a následné bodové penalizace v soutěži. Pro testování stability a mobility pletence ramenního existuje několik terénních standardizovaných testů, které testují celkovou funkci pletence ramenního.

Jedním z nejznámějších standardizovaných, terénních testů je Upper Quarter Y Balance Test (UQYBT), který je často využíván pro testování stability a mobility pletence ramenního. Pro provedení UQYBT testu je zapotřebí Y-Balance Test (YBT) set, skládající se ze středového bloku, ze kterého vycházejí tři tubusy, na kterých jsou znázorněny stupnice v centimetrech. Celkově tak set tvoří tvar písmene „Y“. Na tubusech jsou v blízkosti středového bloku odnímatelné (posuvné) bloky. Test se provádí v poloze vzporu ležmo na pravé/levé, kdy oporná paže je dlaní umístěna na středovém bloku. Cílem testu je udržet rovnováhu a polohu vzporu ležmo na levé/pravé při posouvání bloků volnou končetinou co nejdále po tubusu a to v pořadí jednotlivých směrů: mediolaterálním, inferolaterálním a superolaterálním. Je důležité, aby byl test proveden správně, aby byly výsledky co nejpřesnější (Westrick a kol., 2012). Normativní hodnoty pro Upper Quarter Y Balance Test (UQYBT) se mohou lišit v závislosti na věku, pohlaví, úrovni aktivity a dalších faktorech. Obecně se však hodnoty vyšetření YBT interpretují jako relativní vztah mezi jednotlivými kvartily těla (horní, dolní, pravá a levá) a celkovou rovnováhou (Schwiertz a kol., 2020).

## **3 Cíl práce**

Cílem práce je testovat vztah mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoji na rukou a skórem v Upper Quarter Y Balance Test.

### **3.1 Úkoly práce**

- Zpracovat literární rešerši zabývající se dosavadními poznatky souvisejícími s problematikou stoje na rukou a funkce pletence ramenního
- Naplánovat design výzkumu a navrhnout testové procedury
- Implementace sběru dat
- Analýza nasbíraných dat a zhodnocení výsledků

### **3.2 Vědecké otázky a hypotézy práce**

#### **3.2.1 Vědecké otázky**

- Jaký je vztah mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoji na rukou a skórem UQYBT levé a pravé horní končetiny?

#### **3.2.2 Hypotézy**

- Předpokládáme, že bude zaznamenán statisticky významný vztah mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoji na rukou a skórem UQYBT levé a pravé horní končetiny.



## 4 Metody výzkumu

Tato bakalářská práce je dílčí částí zastřešujícího výzkumu zabývajícím se testováním vztahu mezi funkcí pletence ramenního a kvality stoje na rukou. Designem práce je průřezová studie, kdy všichni participanti byli testováni pouze jednou bez jakéhokoliv experimentálního zásahu. Celý výzkum byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod číslem 198/2020.

### 4.1 Výzkumný subjekt

Výzkumu se účastnilo 74 mužů, studentů Fakulty tělesné výchovy a sportu, Univerzity Karlovy. Studenti byli rekrutováni z oborů Kondiční trenér, Trenér a Tělesná výchova a sport se zaměřením na vzdělávání prezenčního studia. Studenti se účastnili testování po skupinách o 10-20 účastnících. Všechny tyto studijní obory sdílí společný povinný předmět Základní gymnastika/Gymnastické základy, který, mimo jiné, obsahuje také hodinu zaměřenou na dovednost stoje na rukou. Všichni participanti s akutním nebo chronickým zraněním pohybového aparátu, které by mohlo jakkoliv ovlivnit výsledky testování nebo zdravotní stav participanta, nebyli připuštěni k testování. Detailní popis účastníků je v Tabulce 2.

Tabulka 2. *Popis účastníků (SD= směrodatná odchylka)*

Počet účastníků	N=74
	Průměr (SD)
Věk [Roky]	20.32 ( $\pm$ 1.03)
Výška [cm]	180.13 ( $\pm$ 8.26)
Hmotnost [Kg]	75.82 ( $\pm$ 8.67)
Délka pravé horní končetiny [cm]	91.03 ( $\pm$ 4.32)
Délka levé horní končetiny [cm]	91.24 ( $\pm$ 4.13)

## 4.2 Procedury sběru dat

Na úvod byli participanti seznámeni s výzkumem a průběhem testování. V druhém kroku byl všem participantům přidělen formulář pro vyplnění základních dat o participantech a vyplňování v průběhu testování (Tabulka 2), který participanti vyplnili (věk, výška, váha, sport, laterality horních končetin) a společně s podepsaným informovaným souhlasem měli u sebe během celého testování. Formulář se základními údaji obsahoval také kolonky pro vyplnění všech výsledků veškerého testování včetně dat antropometrických ukazatelů. Výsledky a data byla anonymizována, tedy každý participant měl pouze přidělené číslo na formuláři (žádný participant na formulář nevyplňoval jméno ani žádné kontaktní údaje). Se sběrem dat pomáhali zaškolení asistenti z řad studentů Specializace gymnastických sportů Katedry gymnastiky a úpolových sportů UK FTVS.

### 4.2.1 Antropometrie

V rámci standardního postupu testování lidských účastníků bylo u každého participanta provedeno měření tělesné hmotnosti a výšky. Navíc, z důvodu použití specifického testu (UQYBT), jsme zařadili do antropometrického testování také měření délky horních končetin. Proces vážení participantů byl prováděn pomocí váhy s přesností měření na 0,1 kg. Každý participant byl požádán, aby se svlékl do lehkého oblečení, bez bot a aby nezadržoval dech. Poté byla měřena hmotnost a zaznamenána do formuláře. Výška participantů byla měřena pomocí stadiometru s přesností na 0,5 cm. Participantům bylo řečeno, aby stáli zády k přístroji a bez bot. Naměřená výška byla zaznamenána do formuláře.

Dále byla provedena měření délky horních končetin, která byla použita jako jedna z potřebných hodnot právě pro výpočet skóru UQYBT. Každý participant byl požádán, aby si svlékl tričko, postavil se vzpřímeně a upažil s dlaněmi vpřed. Poté byla pomocí krejčovského metru s přesností na 0,5 cm měřena vzdálenost od trnovitého výběžku obratle C7 až po konec nejdelšího distálního článku horní končetiny (daktilionu) na levé i pravé horní končetině. Celý postup měření délky horních končetin byl prováděn s velkou pečlivostí a dodržováním standardních postupů měření, aby bylo zajištěno, že výsledky budou přesné a reprodukovatelné, jak je doporučeno v literatuře (Cook a Burton, 2010).

Všichni participanti následně podstoupili lepení markerů na střed spinu pravé a levé lopatky. Markery byly lepeny po palpační kontrole na nijak neošetřenou kůži. Tyto markery následně sloužili jako orientační body pro video-analýzu modifikovaného stoje na rukou. Po sběru

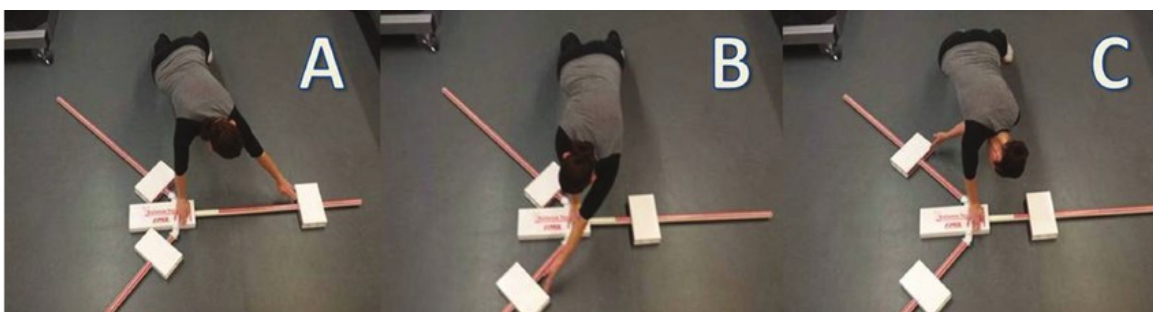
základních antropometrických dat a nalepení potřebných markerů bylo provedeno organizované rozcvičení, stejné pro všechny participanty, které bylo vedené jedním z asistentů.

#### 4.2.2 Upper Quarter Y Balance Test (UQYBT)

Pro testování funkce pletence ramenního (stabilita a mobilita) byl použit UQYBT, znázorněn na Obrázku č. 5. Test se prováděl ve vzporu ležmo s testovanou končetinou položenou na středovém kvádru a palcem v addukci. Nohy byly rozkročené zhruba na šířku ramen. Participant musel udržet rovnováhu a nesměl pokládat volnou končetinu na zem ani pohybovat testovanou paží na středovém kvádru. Během testu volná ruka posouvala předmět po třech osách v pořadí mediolaterálně, inferolaterálně a superolaterálně. Test byl proveden 3x pro pravou i levou končetinu, vždy s odpočinkem mezi pokusy. Výsledek byl vypočítán zvlášť pro pravou a levou stranu pro zjištění symetrie stability pravého a levého pletence ramenního. Nejprve se sečetly nejvyšší naměřené hodnoty pro každý směr paže. Tato suma se poté vydělila 3x délkou paže a následně se vynásobila 100 (Gorman a kol., 2012).

$$\text{UQYBT Pravá} = 100 \left( \frac{\sum(\max \text{ med} + \max \text{ inf} + \max \text{ sup})}{3(\text{Délka paže})} \right)$$

Poznámka: rovnice pro výpočet hodnot UQYBT pravé končetiny



Obrázek č. 5. A. Medio-laterální směr, B. Supero-laterální směr, C. Infero-laterální směr (Westrick a kol., 2012)

#### 4.2.3 Modifikovaný stoj na rukou

Pro posouzení laterální symetrie pletence ramenního při provádění stoje na rukou byla použita video-analýza za pomoci softwaru OnForm verze 2.01.9 (OnForm, Inc. 2022). Během

stoje na rukou byla použita šikmá molitanová bedna (vysoká cca 150 cm) jako podpora, která byla opřena o stěnu. Paralelně s dolní hranou molitanové bedny byla nalepena na zemi 5 cm široká lepicí páska vzdálená 20 cm od hrany bedny a 5 m od kamery. Každý participant byl instruován, aby provedl samostatně stoj na rukou s oporou stehem o molitanovou bednu a s dlaněmi na šíři ramen umístěnými na lepicí pásce. Pokus započal verbálním podnětem asistenta. Participant musel vydržet 5 vteřin nehybně v této poloze. Videozáznam byl pořizován po celou dobu trvání výdrže v tomto modifikovaném stoj na rukou. V případě, že pokus nesplnil požadovaný limit 5 s, byl opakován.

### 4.3 Sběr dat – průběh

Tato práce je dílčí část komplexnějšího výzkumu, kde bylo celkem 5 testovacích stanovišť. Participantů bylo testováno mimo UQYBT a modifikovaného stoje na rukou také pro stabilitu pletenců ramenních pomocí Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKUEST), rozsah pohybu ramenního kloubu v pozici vzpažit a stoj na rukou v prostoru. Každý test měl přidělen 2 asistenty, kteří dbali na správný průběh testování a zaznamenávali výsledky. První byla testována stabilita pletence ramenního pomocí CKUEST, kde participantů měli 3 pokusy. Následoval UQYBT test pro pravou a levou horní končetinu. Po testování stability pletence ramenního byl testován rozsah pletence ramenního, který byl zaznamenán na kameru pro pozdější analýzu. Posledním testem byl stoj na rukou v prostoru, po kterém následoval modifikovaný stoj na rukou čelem a zády k opoře. (CKCUEST, test mobility pletence ramenního a test stoje na rukou ve volném prostoru však byly součástí jiné práce, proto se zde o nich nebudeme více zmiňovat). Celý přehled materiálních a personálních potřeb, včetně časové náročnosti jsou vypsány v Tabulce 3.

Tabulka 3. *Materiální potřeby, personální potřeby, časová náročnost*

<b>Materiální potřeby</b>	
Podložka na cvičení	2
Kamera	2
Stativ	2
Značky	2
Stopky	1
Y balance test kit	1

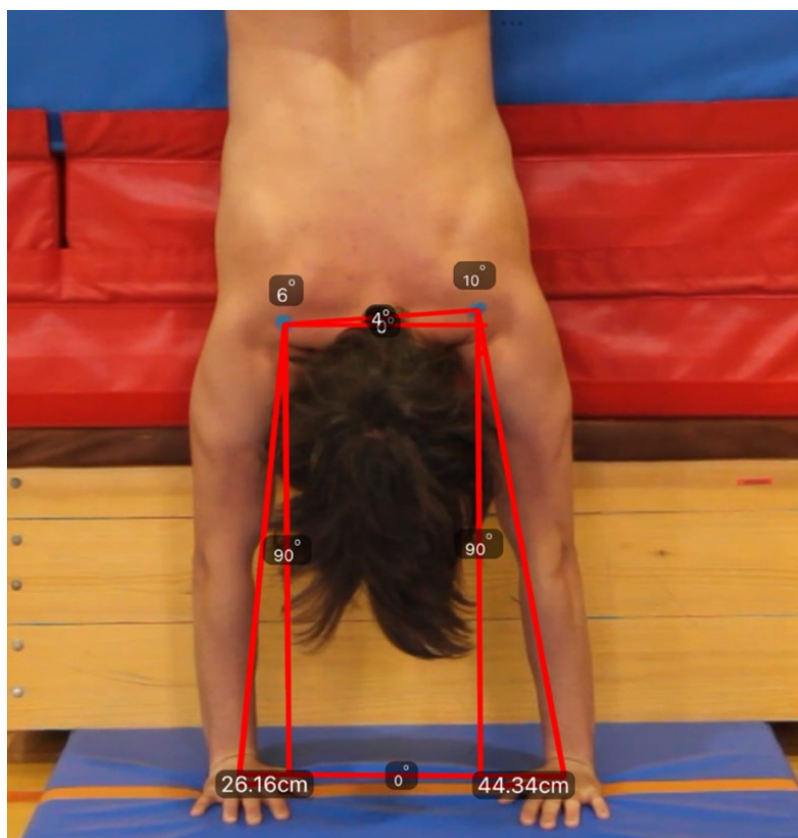
Protokol záznamu participanta	1
Protokol záznamu měření	1
IS	74
Krejčovský metr	1
Antropometr	1
Váha	1
Desinfekce	1-2
<b>Personální potřeby</b>	
1 administrátor u Y balance testu	1
1-2 administrátor u kvality stoje na rukou	1-2
1 administrátor u sed – vzpažit	1
1 administrátor u CKCUEST	1
1 administrátor – administrativa	1
<b>Místo měření a organizace</b>	
Prostory sběru dat	José Martího 269, 162 52 Praha 6 Tělocvična blok F, FTVS
Organizace	Jednotlivá stanoviště
<b>Časová náročnost testu na jednoho participanta</b>	
Administrativa	10-20 min
Rozcvičení	10–12 min
Testování	30-40 min
Celkem	55-80 min

#### 4.4 Analýza dat

Cílem práce bylo testovat vztah mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoji na rukou a skórem v UQYBT. Nasbíraná data byla přenesena do souboru v Excelu a veškerá následná analýza dat byla provedena pomocí statistického softwaru R 4.3.0 (R Core Team, 2022) v integrovaném vývojovém prostředí RStudio (RStudio Team, 2022).

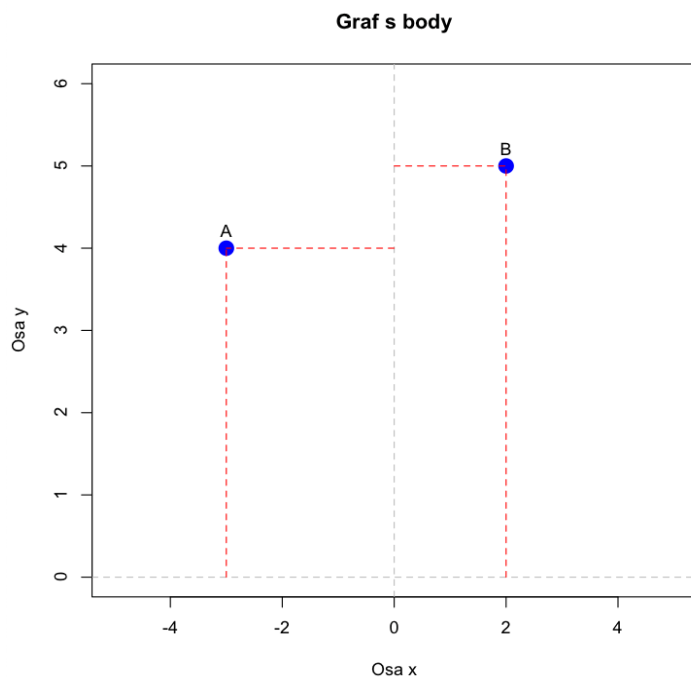
Pro určení pozice dlaní byla v programu zvýrazněna přímka, kopírující nalepenou pásku. Pro získání hodnot vzdálenosti ramen od základny (posun na ose y) a jejich odchylek byla vytvořena rovnoběžná přímka se základnou, která procházela nižším z obou předem vyznačených bodů. Následně byla vytvořena přímka procházející oběma body, čímž se vytvořil úhel pro zaznamenání do tabulek a následnou analýzu a porovnání. Pro získání dat o pohybu vyznačených bodů na ose x byly vytvořeny 2 kolmice z již vytvořené přímky totožné se základnou. Každá kolmice procházela jedním z bodů. Měřena byla vzdálenost od středu dlaně

k vzniklým 2 kolmým průmětným bodům a následně označeno vzdálenější rameno od středu úsečky, kde dlaně reprezentovaly krajní body, viz Obrázek č. 6.



Obrázek č. 6. *Analýza stoje na rukou z frontálního pohledu*

Následná analýza byla zaměřena na vzájemné postavení markerů umístěných na lopatkách participanta vůči sobě ve dvou rovinách, na ose x, y v centimetrech (cm) a úhlových stupních (°). Výsledek analýzy je označení markeru (ramene), který je níž/výš vůči základně – lepicí pásce a posun na ose x, který udává marker bližší/vzdálenější od středového bodu vzdálenosti mezi dlaněmi na základně – lepicí pásce viz Graf 1.



Graf 1. Znárodnění posunu markerů na ose x, y. Bod A = marker na pravé lopatce. Bod B = marker na levé lopatce

#### 4.4.1 Předpoklady a deskriptivní analýza dat

Kontinuální proměnná UQYBT byla následně kategorizována na tři kategorie (hodnoty P/L/S na nominální škále), kde jedinci, kteří dosáhli vyššího skóre v UQYBT Pravá byli označeni jako „P“, jedinci, kteří dosáhli vyššího skóre v UQYBT Levá byli označeni jako „L“. Pokud by se objevili participanti, kteří by disponovali ekvivalentním skórem UQYBT Pravá a UQYBT Levá, budou označeni jako „S“. Díky kategorizaci UQYBT nebylo zapotřebí testovat normální rozložení původně kontinuální proměnné UQYBT.

Laterální symetrie pletence ramenního na základě rozdílu mezi výškou obou markerů byla kategorizována na tři kategorie (opět hodnoty P/L/S na nominální škále), kde jedinci, u kterých byl zaznamenán marker pravého ramene ve vyšší poloze nežli marker na levém rameni, byli označeni „P“. Pokud byl u participanta naopak výše marker levého ramene oproti pravému, byla tomuto participantovi přidělena hodnota „L“. Participanti, kde byly oba markery ve stejné výši, byli označeni jako „S“.

Laterální symetrie pletence ramenního byla hodnocena na základě vzdáleností markerů od osy úsečky, jejíž vzdálenost vymezují krajní body, v tomto případě reprezentovány středy hřbetů pravé a levé ruky. Jedinci, u kterých se zaznamenal marker na pravé lopatce vzdálenější

od osy úsečky než marker na levé lopatce, byli označeni hodnotou „P“. V opačném případě, tedy kdy marker na levé lopatce byl vzdálenější od osy úsečky, s dlaněmi reprezentující krajní body, než marker na pravé lopatce, byli označeni hodnotou „L“. Pokud se nezaznamenal rozdíl mezi vzdáleností pravého a levého markeru od osy, byla participantům přidělena hodnota „S“.

#### 4.4.2 Testování vztahu UQYBT L/P a laterální symetrií modifikovaného stoje na rukou

Pro testování vztahu mezi kategorickou proměnnou UQYBT a rovněž kategorickou proměnnou laterální symetrie a mezi UQYBT a kategorickou proměnnou vzdálenosti markeru od osy úsečky byl použit test asociace Goodman-Kruskal  $\lambda$  (Lambda) pomocí funkce *Lambda* z balíčku DescTools (Signorell, 2023). V obou případech jsme použili jako chybu v měření 95% konfidenční intervaly (95%CI), jejichž hodnoty mohou určit, zda je výsledný  $\lambda$  koeficient statisticky významný (Lakens, 2021).

Goodman-Kruskal  $\lambda$  je statistický test používaný pro měření síly asociace mezi dvěma kategoriálními proměnnými, které nabývají tři a více hodnot a nejsou ordinální. Zároveň je jedna z proměnných považována za nezávislou a druhá za závislou. Tento test je vhodný, pokud kategoriální proměnné nevykazují lineární vztah a nelze použít tradiční korelační koeficienty (Goodman a Kruskal, 1954). Goodman-Kruskal  $\lambda$  koeficient se pohybuje v rozmezí od 0 do 1, kde hodnota 0 znamená úplnou nezávislost mezi proměnnými a hodnota 1 znamená úplnou závislost. Výsledek testu lze interpretovat tak, že čím blíže hodnota koeficientu k 1, tím silnější je asociace mezi proměnnými (Schimel a kol., 2010). Použití Goodman-Kruskal  $\lambda$  koeficientu je vhodné v případech, kdy se zkoumá vztah mezi dvěma kategoriálními proměnnými a nelze použít tradiční korelační koeficienty, jako je Pearsonův koeficient pro spojité proměnné.

Předpoklady pro použití tohoto výpočtu jsou:

- Pracujeme pouze se dvěma proměnnými.
- Proměnné jsou kategorické, nemají žádné přirozené řazení.
- Vždy jedna proměnná nezávislá a druhá závislá.

$$\lambda = \frac{p1 - p2}{1 - p2}$$

Poznámka:

Vzorec výpočtu Goodman-Kruskal  $\lambda$  koeficientu

P1 = počet správně seřazených dvojic kategorií

P2 = počet všech možných dvojic kategorií



## 5 Výsledky

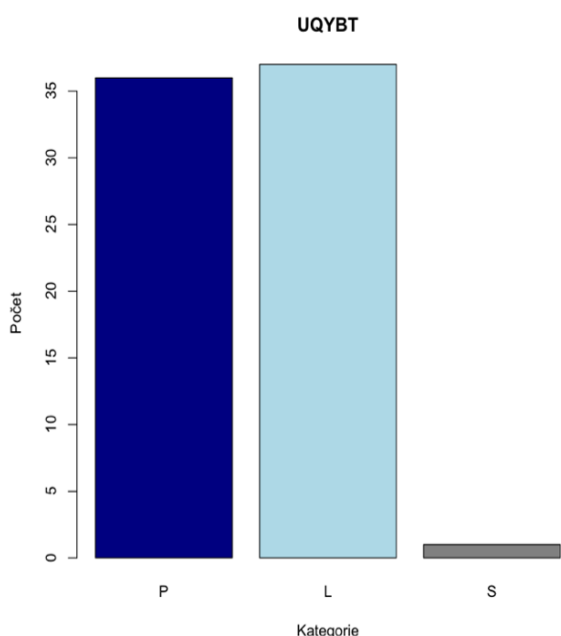
### 5.1 Předpoklady a deskriptivní analýza dat

Graf 2 zobrazuje počty výskytu kategorií s vyšším skóre ramen v UQYBT (P/ L) a ramen se shodným skóre (S). Výsledky v Grafu 2 (a) ukazují, že vyšší skóre bylo u pravého pletence ramenního (P) v 36 případech, u levého pletence ramenního v 37 případech a oba pletence se stejnými hodnotami se vyskytly pouze ve 2 případech.

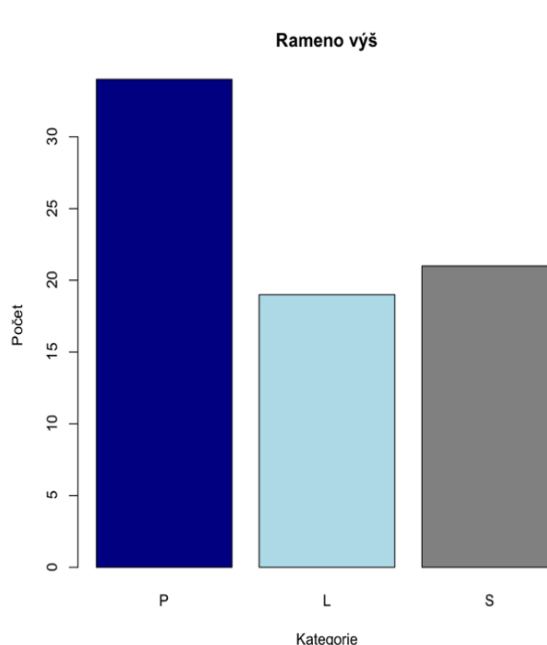
Graf 3 ukazuje výskyt kategorií druhé proměnné v rámci kategorií vyššího ramene (P, L) a ramen stejně vysoko (S). Tento graf nám ukazuje, že pravé rameno bylo označeno jako výše ve 34 případech, levé rameno bylo označeno jako výše v 19 případech a obě ramena byla stejně vysoko v 21 případech.

Graf 4 znázorňuje informace pro rameno, které bylo vzdálenější od osy úsečky. Z tohoto grafu je možné vidět, že pravé rameno (P) bylo vzdálenější od osy úsečky v 23 případech, levé (L) rameno v 44 případech a obě ramena (S) byla ve stejné vzdálenosti od osy úsečky v 7 případech.

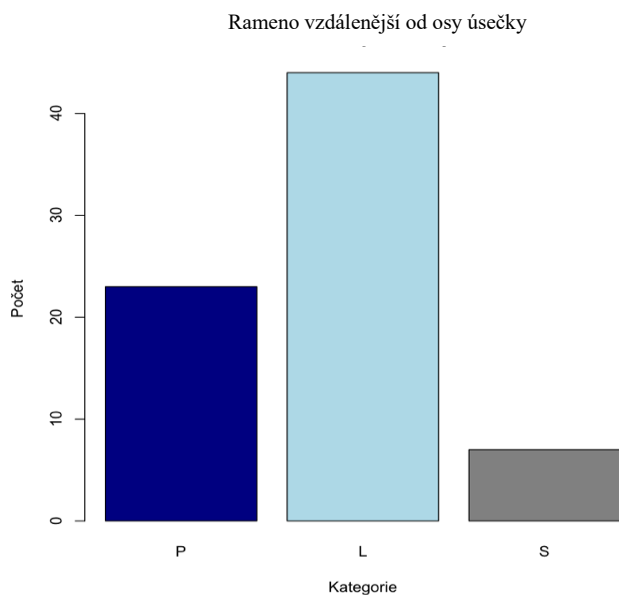
Graf 2. Zastoupení stabilnějšího ramene.



Graf 3. Zastoupení vyššího ramene.



Graf 4. Zastoupení kategorií ramene vzdálenějšího od osy úsečky.



Pro výpočet Goodman-Kruskal  $\lambda$  bylo zapotřebí vytvořit kontingenční tabulky, viz Tabulka 4 a Tabulka 5. Z výsledných dat bylo možné dosadit hodnoty do vzorce pro výpočet míry asociace.

Tabulka 4. *Kontingenční tabulka – sloupec (UQYBT), řádek = rameno vzdálenější od osy úsečky.*

UQYBT	Vzdálenější ose úsečky			
	P	L	S	(N) UQYBT
P	12	22	2	36
L	11	22	4	37
S	0	0	1	1
(N) vzdálenější osy	23	44	7	N = 74

Tabulka 5. *Kontingenční tabulka – sloupec (UQYBT), řádek = rameno výš.*

UQYBT	Rameno výš od základny			
	P	L	S	(N) výš
P – UQYBT	9	20	7	36
L – UQYBT	9	14	14	37
S – UQYBT	1	0	0	1
(N) UQYBT	19	34	21	N = 74

## 5.2 Testování vztahu UQYBT L/P a laterální symetrií modifikovaného stoje na rukou

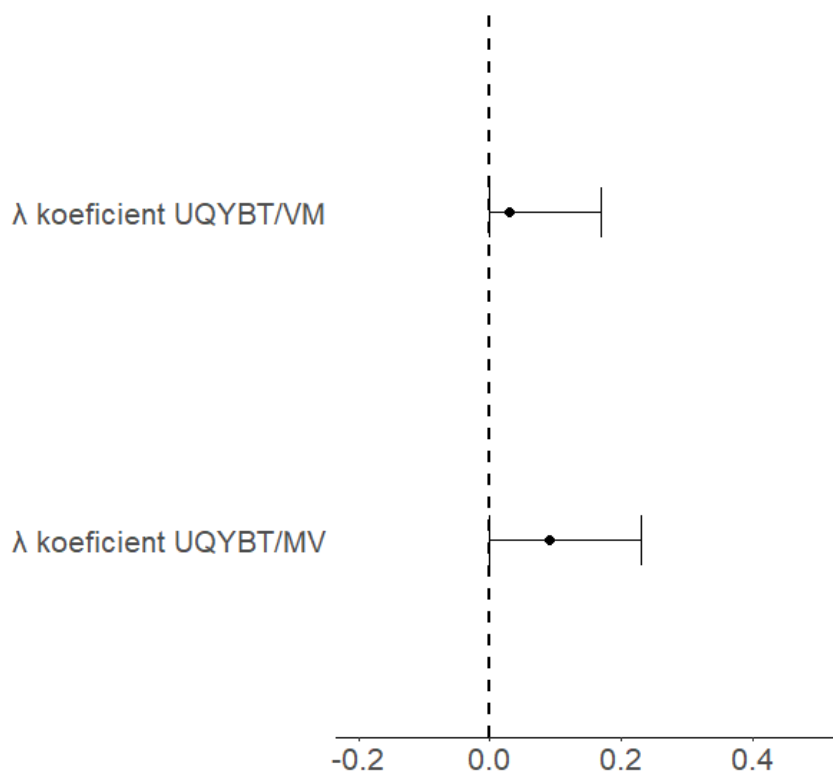
Z uvedených výpočtů plyne, že neexistuje významný vztah mezi zkoumanými hodnotami symetrie ramenního kloubu v modifikovaném stoji na rukou a jeho stability. Výsledek  $\lambda$  koeficientu 0,091 pro UQYBT/marker výš naznačuje minimální zanedbatelnou závislost. Totéž platí pro výsledek UQYBT/vzdálenost markeru od osy úsečky, kde vypočítaná hodnota  $\lambda$  koeficientu je 0.030 a lze tedy hovořit opět o minimální zanedbatelné závislosti. Vše je souhrnně zobrazeno v Tabulce 6.

Tabulka 6. Přehled výsledků Goodman Kruskal  $\lambda$ .

Nezávisle prom./Závisle prom.	$\lambda$ koeficient	95%CI
UQYBT/marker výš	0.091	[0.00; 0.23]
UQYBT/vzdálenost markeru od osy úsečky	0.030	[0.00; 0.17]

Na základě 95% konfidenčních intervalů (Tabulka 6), u kterých v obou případech zahrnuje spodní limit 0, můžeme říci, že výsledný  $\lambda$  koeficient není ani v jednom případě statisticky významný. Grafické znázornění výsledků Goodman-Kruskal  $\lambda$  společně s 95% konfidenčními intervaly je vidět na Grafu 5. Dle výsledků 95% konfidenčního intervalu a Goodman-Kruskal  $\lambda$  vyplývá míra asociace proměnných statisticky nevýznamná.

Graf 5. Výsledky Goodman – Kruskal  $\lambda$ , 95% konfidenční intervaly



UQYBT/VM ..... UQYBT/Výška marker od základny (osa y)

UQYBT/MV ..... UQYBT/Vzdálenost marker od osy úsečky (osa x)

## 6 Diskuse

Tento výzkum se zabýval vztahem mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoji na rukou a funkcí (mobilita a stabilita) pletence ramenního determinovanou skórem UQYBT. Výzkumu se účastnilo  $n = 74$  studentů FTVS z oborů TVS, Trenér a Kondiční trenér. Pro testování stability pletence ramenního byl použit test UQYBT s laterálním porovnáním pravého a levého pletence ramenního, dle vyššího skóre UQYBT Pravá a UQYBT Levá. Z důvodu nedostatečné úrovně participantů v dovednosti stoji na rukou byla použita modifikace s oporou dolních končetin o molitanovou bednu pro zajištění výdrže v potřebné pozici po dobu 5 vteřin. Hodnoceny byly 2 úrovně pro posun markeru. Jednalo se o posun markeru (pletence ramenního) vůči ose úsečky tvořené dlaněmi a symetrie, respektive asymetrie ramen ve vzdálenosti od základny.

Výsledky testu asociace Goodman-Kruskal  $\lambda$  nepotvrdily statisticky významný vztah mezi stabilitou ramenního kloubu hodnocenou UQYBT a provedením modifikovaného stoje na rukou. I přes reliabilitu UQYBT testu mohly být výsledky ovlivněny několika faktory. Hlavním faktorem, který mohl ovlivnit výsledky práce, může být samotné provedení stoje na rukou. Přestože participantů prošli výukou stoje na rukou, nezaručuje to provedení potřebné kvality. Sportovní zaměření participantů bylo různorodé a obsahovalo poměrově velmi málo gymnasticky zaměřených jedinců. Studenti také část výuky strávili distanční formou z důvodu pandemických opatření kvůli pandemii COVID19 a neměli dostatečný prostor pro osvojení si dovednosti stoje na rukou. Modifikace stoje na rukou, která snížila balanční nároky pro stoj na rukou, zároveň mohla částečně eliminovat nedostatečnou stabilitu pletenců ramenních a ovlivnit výsledek této práce.

Druhým faktorem může být rovina, ve které se stabilita ramene testovala. Ačkoli je UQYBT reliabilní test, testuje mobilitu a stabilitu pletence ramenního v poloze vzporu ležmo s flexí  $90^\circ$  v ramenním kloubu. Při stoji na rukou je ovšem flexe v ramenním kloubu  $180^\circ$ , což popisuje také Uzunov (2015). V případě UQYBT testu je kladen nárok především na stabilitu v předozadní rovině. U stoje na rukou, ať už modifikované či normální verze, vzniká nárok především na kranio-kaudální stabilitu. Výsledná síla působící na kloub může být tedy z biomechanického hlediska odlišná, a to nejen kvůli směru působení tlaku na pletenec ramenní, ale zároveň také z důvodu zatížení celou hmotností participanta ve stoji na rukou. Tento faktor může měnit nároky na stabilitu pletence ramenního při provedení stoje na rukou poměrovým zapojením aktivních i pasivních stabilizátorů pletence ramenního. V tomto případě by tedy

mohlo být vhodnější použít jiný test funkce pletence ramenního, který by testoval funkci v poloze vzpažit.

Na samotný stoj na rukou je již mnoho odborných studií (Gatti, 2019; Kerwin a Trewartha, 2001; Blenkinsop a kol., 2017; Hedbávný a kol., 2013; Omorczyk a kol., 2018), které se zabývají balančními strategiemi, posturální stabilitou nebo nervosvalovou koordinací. Hedbávný a kol. (2013b) se ve studii zabýval vlivem fyzické připravenosti v oblasti silových schopností, na kvalitu výdrže a stability ve stoji na rukou. Testu se zúčastnilo 19 sportovních gymnastek ve věku 10-13 let. Pro testování silových schopností zvolil počet kliků za minutu, z důvodu úzkého vztahu testovaných svalových skupin a nároků na stabilitu pletence ramenního, a výdrž v sedě na zemi s pokrčenými koleny s rukami na zadní části krku pro testování hlubokého stabilizačního systému. Stoj na rukou byl prováděn na stabilometrické podložce, která snímala místo tlaku vytvářeného na podložku. Výsledky této studie prokazují silnou pozitivní závislost ( $r = 0,7180$ ) testu kliků za minutu a výdrže ve stoji na rukou. Dále studie prokázala silný negativní vztah ( $r = - 0,6869$ ) pro počet kliků za minutu a kvalitu provedení stoje na rukou.

Vhodnost použití testování počtu kliků za minutu vychází také z výzkumu Westrick a kol., (2012). Při zkoumání vztahu mezi UQYBT a CKCUEST (Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test), kterého se zúčastnilo 30 studentů (24 mužů, průměrný věk 19,5 let  $\pm$  1,2 a 6 žen, průměrný věk 18,8 let  $\pm$  0,8), zjišťoval také korelaci mezi UQYBT dominantní a nedominantní končetiny s počtem kliků za 2 minuty. Ve své práci potvrdil středně silnou korelaci v porovnání s dominantní ( $r = 0,34$ ) i nedominantní končetinou ( $r = 0,41$ ).

## 7 Závěr

Práce se zabývala vztahem mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoju na rukou a skórem v Upper Quarter Y Balance Test. Participanti byli studenti 1. ročníku na UK FTVS v oborech Trenér, Kondiční trenér a TVS.

Dle výsledků nebyl prokázán statisticky významný vztah mezi laterální symetrií pletence ramenního v modifikovaném stoju na rukou a skórem v Upper Quarter Y Balance Test. Prvním předmětem zkoumání byl vliv stability pletence ramenního na posun ramen na ose y = porovnání výšky pozic ramen (označených markery na spina scapulae) vůči základně při modifikovaném stoju na rukou. Test asociace Goodman-Kruskal  $\lambda$  neprokázal statisticky významný vztah, výsledek =  $\lambda$  0.091 (CI[0.00; 0.23] naznačuje minimální závislost. Druhý zkoumaný posun markerů byl na ose x (vzdálenost od osy úsečky). Výsledek vztahu proměnných se rovnal  $\lambda$  = 0.030 (CI[0.00; 0.17]. Výsledek ukazuje minimální a statisticky nevýznamnou závislost obou proměnných. Mezi hlavní limitace práce může patřit nedostatečná kvalita provedení modifikovaného stoje na rukou a zároveň rozdílné postavení paží v modifikovaném stoju na rukou a při provádění UQYBT.

## 8 Reference

1. ARNISTA, Paweł, Michał BIEGAJŁO, Andrzej MASTALERZ a Tomasz NIŻNIKOWSKI, 2020. Effects of Surface Type on Balance Control Strategies in Handstand. *Polish Journal of Sport and Tourism* [online]. **27**(4), 3–6. ISSN 2082-8799. Dostupné z: doi:10.2478/pjst-2020-0019
2. BALOH, Robert W. a Kevin A. KERBER, 2011. *Clinical neurophysiology of the vestibular system*. 4th ed. New York: Oxford University Press. Contemporary neurology series, 77. ISBN 978-0-19-538783-4.
3. BLENKINSOP, Glen M., Matthew T. G. PAIN a Michael J. HILEY, 2017. Balance control strategies during perturbed and unperturbed balance in standing and handstand. *Royal Society Open Science* [online]. **4**(7), 161018. ISSN 2054-5703. Dostupné z: doi:10.1098/rsos.161018
4. COOK, Gray a Lee BURTON, ed., 2010. *Movement: functional movement systems ; screening, assessment and corrective strategies*. Santa Cruz, Calif: On Target Publ. [u.a.]. ISBN 978-1-905367-33-7.
5. ČIHÁK, Radomír, 2011. *Anatomie*. 3., upr.dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3817-8.
6. FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE, 2022. *2022 – 2024 Code of points - Men's Artistic Gymnastics* [online]. 2022. Dostupné z: [https://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en\\_%202022-2024%20MAG%20CoP.pdf](https://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en_%202022-2024%20MAG%20CoP.pdf)
7. GATTI, Chriss, 2019. A simple biomechanical model of a handstand. *Chris Gatti* [online] [vid. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://www.chrisgatti.com/blog/2019/10/6/a-simple-model-of-the-handstand>
8. GATTI, Christopher, 2022. A Primer on the Handstand: Basic Technique and Common Issues. *Orthopedic practice*. (3), 34.
9. GAUTIER, Geoffroy, Régis THOUVARECQ a Didier CHOLLET, 2007. Visual and postural control of an arbitrary posture: The handstand. *Journal of Sports Sciences* [online]. **25**(11), 1271–1278. ISSN 0264-0414, 1466-447X. Dostupné z: doi:10.1080/02640410601049144



10. GOODMAN, Leo A. a William H. KRUSKAL, 1954. Measures of Association for Cross Classifications. *Journal of the American Statistical Association* [online]. **49**(268), 732. ISSN 01621459. Dostupné z: doi:10.2307/2281536
11. GORMAN, Paul P., Robert J. BUTLER, Phillip J. PLISKY a Kyle B. KIESEL, 2012. Upper Quarter Y Balance Test: Reliability and Performance Comparison Between Genders in Active Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. **26**(11), 3043–3048. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3182472fdb
12. HEDBÁVNÝ, Petr, Dušan HUPKA a Jana SKLENAŘÍKOVÁ, 2013a. Analýza balancování stoje na rukou. *Studia sportiva* [online]. **7**(1), 51–62. ISSN 2570-8783, 1802-7679. Dostupné z: doi:10.5817/StS2013-1-6
13. HEDBÁVNÝ, Petr, Miriam KALICHOVÁ a Gustav BAGO, 2013b. Influence of Strength Abilities on Quality of the Handstand. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Sport and Health Sciences*. **2013**(7).
14. HEDBÁVNÝ, Petr, Jana SKLENAŘÍKOVÁ a Miriam KALICHOVÁ, 2013c. Balancing in handstand on the floor. *Science of Gymnastics Journal*. **5**, 69–80. ISSN 1855-7171.
15. HURI, Gazi a Nikolaos K. PASCHOS, 2017. *The shoulder*. Cham, Switzerland: Springer. ISBN 978-3-319-51979-1.
16. KACHLÍK, David, Jan BALKO, Simona FELŠŮOVÁ a Šárka ZAVÁZALOVÁ, 2015. *Memorix anatomie*. 3. vydání. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-959-4.
17. KERWIN, David G. a Grant TREWARTHA, 2001. Strategies for maintaining a handstand in the anterior-posterior direction: *Medicine and Science in Sports and Exercise* [online]. 1182–1188. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1097/00005768-200107000-00016
18. KOCHANOWICZ, Andrzej, Kazimierz KOCHANOWICZ, Bartłomiej NIESPODZINSKI, Jan MIESZKOWSKI a Leon BISKUP, 2015. The level of body balance in a handstand and the effectiveness of sports training in gymnastics. *Baltic Journal of Health and Physical Activity* [online]. **7**(4), 117–124. ISSN 20809999. Dostupné z: doi:10.29359/BJHPA.07.4.11
19. KOCHANOWICZ, Andrzej, Bartłomiej NIESPODZIŃSKI, Jan MIESZKOWSKI, Michel MARINA, Kazimierz KOCHANOWICZ a Mariusz ZASADA, 2019. Changes in the Muscle Activity of Gymnasts During a Handstand on Various Apparatus. *Journal*

- of Strength and Conditioning Research* [online]. **33**(6), 1609–1618. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000002124
20. LAKENS, Daniël, 2021. The Practical Alternative to the *p* Value Is the Correctly Used *p* Value. *Perspectives on Psychological Science* [online]. **16**(3), 639–648. ISSN 1745-6916, 1745-6924. Dostupné z: doi:10.1177/1745691620958012
21. LONI, Lincoln, 2018. *Handstands* [online]. [vid. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://loniyoga.co.uk/handstands/>
22. LOPEZ, Christophe, 2016. The vestibular system: balancing more than just the body. *Current Opinion in Neurology* [online]. **29**(1), 74–83. ISSN 1350-7540. Dostupné z: doi:10.1097/WCO.0000000000000286
23. LUGO, Roberto, Peter KUNG a C. Benjamin MA, 2008. Shoulder biomechanics. *European Journal of Radiology* [online]. **68**(1), 16–24. ISSN 0720048X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejrad.2008.02.051
24. MOUREK, Jindřich, 2012. *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů. 2., dopl. vyd.* Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3918-2.
25. NEORAL, Petr, 2014. *Analýza důvodů selhání stabilizačních výkonů u ramenního kloubu* [online]. 2. duben 2014. B.m.: Ortopedická klinika FN UP Olomouc. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/174150/120422494.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. ONFORM, INC., 2022. *OnForm*. 2022.
27. PARK, Jin-Young, ed., 2015. *Sports Injuries to the Shoulder and Elbow*. 1st ed. 2015. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg : Imprint: Springer. ISBN 978-3-642-41795-5.
28. R CORE TEAM, 2022. *R* [online]. 2022. Dostupné z: <https://www.R-project.org/>
29. RIBEIRO, Mariane Fernandes, Lislei Jorge PATRIZZI, Vicente De Paula Antunes TEIXEIRA a Ana Paula ESPINDULA, 2016. **Equilibrium and muscle flexibility in elderly people subjected to physiotherapeutic intervention.** *Acta Scientiarum. Health Sciences* [online]. **38**(2), 129. ISSN 1807-8648, 1679-9291. Dostupné z: doi:10.4025/actascihealthsci.v38i2.28836
30. RSTUDIO TEAM, 2022. *RStudio* [online]. 2022. Dostupné z: <http://www.rstudio.com/>
31. SCHIMMEL, Alexandre C. G., Terry R. HEALY, David JOHNSON a Dirk IMMENGA, 2010. Quantitative experimental comparison of single-beam, sidescan, and multibeam

- benthic habitat maps. *ICES Journal of Marine Science* [online]. **67**(8), 1766–1779. ISSN 1095-9289, 1054-3139. Dostupné z: doi:10.1093/icesjms/fsq102
32. SCHWIERTZ, Gerrit, Rainer BEURSKENS a Thomas MUEHLBAUER, 2020. Discriminative validity of the lower and upper quarter Y balance test performance: a comparison between healthy trained and untrained youth. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* [online]. **12**(1), 73. ISSN 2052-1847. Dostupné z: doi:10.1186/s13102-020-00220-w
33. SIGNORELL, Andri, 2023. *DescTools* [online]. 17. květen 2023. Dostupné z: <https://search.r-project.org/CRAN/refmans/DescTools/html/Lambda.html>
34. TUTHILL, John C. a Eiman AZIM, 2018. Proprioception. *Current Biology* [online]. **28**(5), R194–R203. ISSN 09609822. Dostupné z: doi:10.1016/j.cub.2018.01.064
35. UZUNOV, Valentin, 2015. The Handstand: A Four Stage Training Model [online]. [vid. 2023-05-28]. Dostupné z: doi:10.13140/RG.2.1.2985.1363
36. VENUS, Pagare, 2019. *Scapulothoracic Joint* [online] [vid. 2023-05-02]. Dostupné z: [https://www.physio-pedia.com/Scapulothoracic\\_Joint](https://www.physio-pedia.com/Scapulothoracic_Joint)
37. WESTRICK, Richard B., Joseph M. MILLER, Scott D. CAROW a J. Parry GERBER, 2012. Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*. **7**(2), 139–147. ISSN 2159-2896.
38. YEADON, Maurice R. a Grant TREWARTHA, 2003. Control Strategy for a Hand Balance. *Motor Control* [online]. **7**(4), 421–442. ISSN 1087-1640, 1543-2696. Dostupné z: doi:10.1123/mcj.7.4.421

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1. Antické Řecko. Socha akrobata ve stoje na rukou. Datována okolo 400-300 př. N. 1. (Sadigh Galery, ancient art New York).....	12
Obrázek č. 2. Strategie balancování ve napřímené pozici a v pozici stoje na rukou. A) strategie balancování kotníkem, kolenem, kyčelním ohybem. B) strategie balancování zápěstím, loketním kloubem, ramenním kloubem a kyčelním ohybem (Blenkinsop a kol., 2017).....	16
Obrázek č. 3. Biomechanický model stoje na rukou. Strategie balancování zápěstím (Gatti, 2019).....	17
Obrázek č. 4. Anatomické rozdělení synoviálních kloubů: a) kloub plochý, b) kloub sedlový, c) kloub kolový, d) kloub válcový, e) kloub elipsoidní, f) kloub kladkový, g) kloub kulovitý (Tým rehabilitace.info 2017).....	19
Obrázek č. 5. A. Medio-laterální směr, B. Supero-laterální směr, C. Infero-laterální směr (Westrick a kol., 2012).....	27
Obrázek č. 6. Analýza stoje na rukou z frontálního pohledu .....	30

## Seznam tabulek

Tabulka 1. Svaly pletence ramenního, podílející se na pohybech v ramenním kloubu (Janda, 2004).....	21
Tabulka 2. Popis participantů (SD= směrodatná odchylka).....	25
Tabulka 3. Materiální potřeby, personální potřeby, časová náročnost.....	28
Tabulka 4. Kontingenční tabulka – sloupec (UQYBT), řádek = rameno vzdálenější od osy úsečky.....	34
Tabulka 5. Kontingenční tabulka – sloupec (UQYBT), řádek = rameno výš.....	34
Tabulka 6. Přehled výsledků Goodman Kruskal $\lambda$ .....	35

## Seznam grafů

Graf 1. Znázornění posunu markerů na ose x, y. Bod A = marker na pravé lopatce. Bod B = marker na levé lopatce.....	31
Graf 2. Zastoupení stabilnějšího ramene. Graf 3. Zastoupení vyššího ramene.....	33
Graf 4. Zastoupení kategorií ramene vzdálenějšího od osy úsečky. ....	34
Graf 5. Výsledky Goodman – Kruskal $\lambda$ , 95% konfidenční intervaly .....	36

## 9 Přílohy

**Příloha č. 1.** Formulář pro zaznamenání antropometrického měření, údajů o participantech a výsledků testování.

1.

pohlaví	věk	výška cm	váha kg	sport	dom. HK	dom. DK	délka HK P	délka HK L

2.

CKCUEST			sed - vzpažit
CKCUEST 1	CKCUEST 2	CKCUEST 3	

3.

UQYBT P								
mediolateral P			inferolateral P			superolateral P		
1)	2)	3)	1)	2)	3)	1)	2)	3)

UQYBT L								
mediolateral L			inferolateral L			superolateral L		
1)	2)	3)	1)	2)	3)	1)	2)	3)

4.

stoj na rukou