

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



---

Fakulta  
tělesné kultury

**POROVNANIE FUNKCIE RAMENNÉHO PLETENCA U PLAVCOV  
S BOLEŠŤOU A BEZ BOLESTI RAMENNÉHO KÍBU**

Diplomová práca

Autor: Soňa Dobroňová

Študijný program: Aplikovaná fyzioterapia

Vedúci práce: Mgr. Ivana Hanzlíkova, Ph.D.

Olomouc 2023



## **Bibliografická identifikácia**

**Meno autora:** Soňa Dobroňová

**Názov práce:** Porovnanie funkcie ramenného pletenca u plavcov s bolesťou a bez bolesti ramenného kĺbu

**Vedúci práce:** Mgr. Ivana Hanzlíková, Ph.D.

**Pracovisko:** Katedra fyzioterapie

**Rok obhajoby:** 2023

### **Abstrakt:**

Plavecké rameno je najčastejšie zranenie vyskytujúce sa u plavcov. Hlavným cieľom diplomovej práce je porovnať hypermobilitu, rozsah pohybu do rotácii, statestéziu, stabilitu a svalovú silu ramenného kĺbu u plavcov s bolesťou a bez bolesti ramenného kĺbu. Dvadsaťtri účastníkov (10 žien a 13 mužov) v priemernom veku  $16,6 \pm 1,9$  roka bolo otestovaných pomocou Beighton scale, rozsahu pohybu do vnútornej a vonkajšej rotácie, statestézie, Y test pre hornú končatinu k ozrejmeniu stability ramena a svalovú silu do vnútornej rotácie v ramene pomocou dynamometru. Probandi boli rozdelení na skupiny s bolesťou a bez bolesti dominantného ramena a bolesťou a bez bolesti na nedominantnej strane. K porovnaniu dát bol použitý t-test a Wilcoxon matched-pairs test. Testy nepreukázali žiadne štatisticky významné rozdiely pre všetky parametre ( $p > 0,05$ ). Diplomová práca nepotvrdila jednoznačnú súvislosť medzi žiadnou testovanou funkciou ramenného pletenca a bolesťou ramena u plavcov. Podľa výsledkov diplomovej práce nie je nutné sa viac zameriavať na jednu špecifickú funkciu u plavcov s bolesťou ramena oproti plavcom bez bolesti ramena.

### **Kľúčové slová:**

Plavecké rameno, plávanie, hypermobilita, stabilita ramena, svalová sila ramena, statestézia ramena

Súhlasím s požičiavaním práce v rámci knižničných služieb.

## **Bibliographical identification**

**Author:** Soňa Dobroňová  
**Title:** Comparison of functions of shoulder girdle in swimmers with and without shoulder pain

**Supervisor:** Mgr. Ivana Hanzlíková, Ph.D.  
**Department:** Department of Physiotherapy  
**Year:** 2023

### **Abstract:**

Shoulder impingement syndrome is the most common injury among swimmers. The main objective of this thesis is to compare hypermobility, range of motion into rotation, proprioception, stability, and muscle strength of the shoulder joint within swimmers with and without shoulder pain. Twenty-three participants (10 females and 13 males) with an average age of  $16.6 \pm 1.9$  years were tested using the Beighton scale, range of motion into internal and external rotation, proprioception, Y-balance test for the upper extremity to assess shoulder stability, and muscle strength into internal rotation of the shoulder using a dynamometer. The participants were divided into groups with and without pain in their dominant shoulder and with and without pain in their non-dominant shoulder. The t-test and Wilcoxon matched-pairs test were used to compare the data. The tests did not demonstrate any statistically significant differences for all parameters ( $p > 0.05$ ). The thesis did not confirm a clear relationship between any of the tested shoulder complex functions and shoulder pain in swimmers. According to the results of this thesis, it is not necessary to focus more on one specific function in swimmers with shoulder pain compared to swimmers without pain.

### **Keywords:**

Swimmer's shoulder, swimming, hypermobility, shoulder stability, shoulder strength, shoulder joint position sense

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prehlasujem, že som túto prácu vypracovala samostatne pod vedením Mgr. Ivana Hanzlíková, Ph.D., uviedla všetky použité literárne a odborné zdroje a dodržovala zásady vedeckej etiky.

V Olomouci dňa 28. apríla 2023

.....

Ďakujem vedúcej práce Mgr. Ivane Hanzlíkovej, Ph.D. za pomoc a cenné rady, ktoré mi poskytla pri spracovaní tejto diplomovej práce.

## OBSAH

Obsah .....	7
1 Úvod .....	10
2 Prehľad poznatkov.....	11
2.1 Ramenný pletenec.....	11
2.1.1 Anatómia ramenného pletenca.....	11
2.1.2 Kineziológia ramenného pletenca.....	12
2.2 Plavecké štýly.....	14
2.2.1 Kraul .....	14
2.3 Plavecké rameno .....	16
2.3.1 Prevalencia .....	16
2.3.2 Subakromiálny impingement syndróm .....	17
2.3.3 Príčina subakromiálneho impingementu u plavcov .....	18
2.3.4 Tendonopatia bicepsu .....	19
2.3.5 Rizikové faktory vzniku plaveckého ramena .....	20
2.4 Vyšetrenie ramenného kĺbu u plavcov .....	24
2.4.1 Hypermobilita.....	24
2.4.2 Rotácie v ramennom kĺbe u plavcov .....	25
2.4.3 Stabilita ramenného kĺbu .....	26
2.4.4 Propriocepcia.....	27
2.4.5 Sila .....	29
3 Ciele.....	31
3.1 Hlavný cieľ.....	31
3.2 Čiastkové ciele .....	31
3.3 Hypotézy a výskumné otázky .....	31
Metodika.....	33
3.4 Výskumný súbor .....	33
3.4.1 Informovanosť probandov .....	33
3.5 Metódy zberu dát .....	34

Protokol celého merania.....	34
3.5.1 Protokol antropometrického merania.....	34
3.5.2 Protokol merania rozsahu pohybu do rotácii .....	34
3.5.3 Protokol merania hypermobility.....	35
3.5.4 Protokol merania stability .....	36
3.5.5 Protokol merania sily .....	39
3.5.6 Protokol merania statestézie.....	40
3.6 Štatistické spracovanie dát .....	43
4 Výsledky.....	44
4.1 Charakteristika výskumného súboru .....	44
4.2 Výsledky k hypotéze $H_01$ .....	45
4.3 Výsledky k hypotéze $H_02$ .....	45
4.4 Výsledky k hypotéze $H_03$ .....	46
4.5 Výsledky k hypotéze $H_04$ .....	48
4.6 Výsledky k hypotéze $H_05$ .....	49
4.7 Výsledky k hypotéze $H_06$ .....	50
4.8 Výsledky k hypotéze $H_07$ .....	51
4.9 Výsledky k hypotéze $H_08$ .....	52
4.10 Výsledky k hypotéze $H_09$ .....	56
4.11 Výsledky k hypotéze $H_010$ .....	59
4.12 Výsledky k hypotéze $H_011$ .....	60
4.13 Výsledky k hypotéze $H_012$ .....	61
4.14 Výsledky k hypotéze $H_013$ .....	62
4.15 Výsledky k výskumnej otázke 1.....	64
5 Diskusia.....	65
6 Závery .....	69
7 Súhrn.....	71
8 Summary.....	72
9 Referenčný zoznam .....	73
10 Prílohy.....	80
10.1 Vyjadrenie etickej komisie .....	80
10.2 Dotazník .....	81





# 1 ÚVOD

Plávanie je šport, ktorý sa teší všeobecnej obľube a to naprieč všetkými generáciami. V rámci všeobecnej pohybovej gramotnosti a zdravotnej prevencie už deti v nízkom veku začínajú so základným plaveckým výcvikom. Množstvo z nich sa tomuto športu zostanú venovať aj na súťažnej úrovni, čo z hľadiska tréningového zaťaženia vytvára z relatívne zdravého pohybu potencionálne rizikový šport pre určité časti tela. Až 90 % hnacej sily pri plávaní pochádza z hornej časti tela, poväčšine z pohybu horných končatín vychádzajúcich z ramena. Nie je prekvapivé, že jednoznačne najčastejší segment, v ktorom sa u plavcov vyskytuje bolesť je ramenný kĺb. Bolesť v ramene počas svojej kariéry uvádza v niektorých prípadoch až 91 % plavcov (Davis et al., 2023). Prevalencia plaveckého ramena sa líši taktiež v závislosti na veku, výkonnostnej úrovni, na ktorej sa plávaniu športovec venuje, preferovanom plaveckom štýle, množstve tréningu a fáze, v ktorej sa práve v sezóne nachádzame. Symptómy plaveckého ramena sa vyskytujú u 21 % plavcov vo veku 8–11 rokov, no u plavcov v teenagerskom veku je tento výskyt vyšší, kde až 72 % stredoškolských plavcov potrebuje lieky proti bolesti, z toho až 47 % potvrdilo ich konzumáciu na pravidelnej báze, aby boli schopní zvládnuť tréningovú záťaž a bolesť v ramene (Pollard & Croker, 1999). Medzi plavcami dokonca panuje mylné presvedčenie, že istá miera bolesti dokonca patrí k súťažnému plávaniu.

Častosť plaveckého ramena podporuje fakt, že plavci počas tréningového týždňa vykonajú 30 000 rotačných pohybov v ramene, zaplávajú 48–60 km a strávia 24 hodín vo vode (Heinlein & Cosgarea, 2010). Napriek množstvu štúdií, ktoré potvrdzujú dôležitosť suchej prípravy, regenerácie a kompenzácie, sú tieto zložky suchej prípravy častokrát stále veľmi zanedbávané a o včasnej prevencii sa medzi plavcami šíri len slabé povedomie. Väčšina plavcov sa ku kompenzačným cvičeniam dostane až v rámci rehabilitácie, kde tomu už samozrejme predchádza história zranenia a bolesti.

Pri kineziologickom rozbere plavca s bolesťou sa môžeme často stretnúť s generalizovanou hypermobilitou, nestabilitou v ramennom kĺbe či zmeneným rozsahom v ramennom kĺbe v porovnaní s bežnou populáciou. Mnoho z uvedených charakteristika ramenných kĺbov sú zároveň rizikové faktory pre plavecké rameno. Do akej miery sa jednotlivé zložky podieľajú na vzniku plaveckého ramena nie je jednoznačne determinované, no pokiaľ vypuknú až do štádia kde je bolesť prítomná často a vo veľkej intenzite, môže to znamenať výrazný výpadok v tréningu, pokles výkonnosti či dokonca úplný koniec kariéry.

## 2 PREHĽAD POZNATKOV

### 2.1 Ramenný pletenec

Horná končatina má v rámci ľudského pohybu obrovský význam v každodenných aktivitách, a to ako pri základných pohyboch podmieňujúcich existenciu a fyziologické potreby, až po rôzne pracovné, tvorivé a športové činnosti človeka. Miesto, kde sa horná končatina spája s trupom je ramenný pletenec, ktorý tak tvorí kľúčovú spojku medzi trupom a hornou končatinou, v ktorom sa odohráva mnoho nevyhnutných pohybov.

#### 2.1.1 *Anatómia ramenného pletenca*

Kľúčna kosť (clavicula), hrudná kosť (sternum), lopatka (scapula) a ramenná kosť (humerus) spoločne tvoria ramenný pletenec (cingulum membri superioris). Jednotlivé kosti medzi sebou vytvárajú pevné, no zároveň dostatočne pohyblivé kĺbne spojenia, ktoré sú neuromuskulárne regulované do koordinovaného celku pri každom pohybe. V prípade správneho fungovania neuromuskulárneho riadenia dochádza v jednotlivých kĺbných spojeniach k funkčnej centrácii, čo celkovo zabezpečuje potrebnú stabilitu ramenného pletenca (Čihák et al., 2011; Michaliček & Vacek, 2014).

#### **Glenohumerálny kĺb**

Glenohumerálny kĺb je tvorený kĺbnou jamkou tvorenou cavitas glenoidalis, nachádzajúcej sa na lopatke, a kĺbnou hlaviceou caput humeri (Čihák et al., 2011). Hlavica a jamka sú v prípade tohto kĺbu v značnom nepomere, čo v ňom umožňuje veľký rozsah pohybov. Tento fakt z glenohumerálneho kĺbu robí najpohyblivejší segment tela. Veľká mobilita však zároveň pokladá vysoké nároky na svalové stabilizátory, ale aj stabilizátory statické ako sú kĺbne puzdro a coracohumeralny, coracoacromialny, glenohumeralny a transverso humeralny väz (Hudák et al., 2015).

#### **Acromioklavikulárny kĺb**

Acromioclaviculárny kĺb je plochý kĺb, s malou pohyblivosťou, zložený z laterálnej časti klavikuly a akromión s vloženým diskom uprostred. Spojenie týchto dvoch kĺbných plôch je podporené pomocou akromioklavikulárneho, coracoakromialneho, korakoklavikulárneho väzu a horného a dolného transverzoskopularneho väzu (Čihák et al., 2011).

### **Sternoklavikulárny kĺb**

V prípade sternoklavikulárneho kĺbu ide opäť o kĺb s menším rozsahom pohybu, ktorý však významne dopĺňa ostatné kĺby pri pohyboch v ramennom kĺbe (Hudák et al., 2015). Tento kĺb navyše spája osovú kosť s ramenným pletencom. Je tvorený kĺbnymi plochami na klavikule a incisurou klavikularis na hrudnej kosti, medzi ktorými je vložený disk. Spevnenie kĺbu je doplnené pomocou interklavikulárneho, predného a zadného sternoklavikulárneho a kostoklavikulárneho väzu (Čihák et al., 2011).

### **Subakromiálny kĺb**

V prípade tohto kĺbu hovoríme o nepravom kĺbe, kde dochádza k zoskupeniu väzov a búr, ktoré zapĺňajú subakromiálny priestor medzi úponmi svalov rotátorovej manžety, kĺbnym puzdrom, dolnou časťou akromiону a dolnou časťou m. deltoideus (Kolář, 2009).

## **2.1.2 Kineziológia ramenného pletenca**

Pre všetky pohyby odohrávané sa v ramenne môžeme konštatovať, že nikdy nedochádza k izolovanému zapojeniu jedného kĺbu ale ku komplexnému pohybu odohrávanému sa vo viacerých kĺbných spojeniach. Súhra sklzných, posuvných a rotačných pohybov vyústí v požadovaný pohyb ramena a paže ako celku (Michaliček & Vacek, 2014).

Fyziologické hranice pohybu v ramennom kĺbe nám ponúkajú naozaj veľký rozsah a širokú škálu pohybov. Nakoľko ide o kĺb geneticky fragilný, je dôležité neprekračovať jeho prirodzený rozsah pohybu. Pri trvalejšom, jednostrannom zaťažovaní, opakujúcich sa mechanických iritáciách alebo chemických zmenách, môže dôjsť k jeho poškodeniu, čo sa prejaví najskôr akútnymi zmenami a bolesťami, ktoré pri nedostatočnej regenerácii a terapii môžu prejsť až do chronického štádia ochorenia a následnému nezvratnému poškodeniu ramenného kĺbu (Michaliček & Vacek, 2014).

### **Flexia**

Pohyb do flexie sa za fyziologických podmienok pohybuje v 160 –180° (Janda & Pavlu, 1993). Môžeme ju rozdeliť na 3 fázy:

- **0 – 60°** – vykonávajú ho svaly : musculus (m) deltoideus (klavikulárna časť), m. coracobrachialis a m. pectoralis major (klavikulárna časť). Limity pozostávajú v ligamentum (lig) coracohumerale a svaloch teres minor a major a infraspinatus.

- **60 – 120°** – tu sa zapája prevažne m.serratus anterior a m. trapezius. Limitujúcimi svalmi sú m. pectoralis major a m. latissimus dorsi.
  - **120 – 180°** – tu sa na rozsahu podieľa m. deltoideus, m.supraspinatus, m. serratus anterior a m. trapezius (spodná časť).
- (Kapandji, 2007)

### **Abdukcia**

Rozsah pohybu do abdukcie je 180° a taktiež ju vieme rozdeliť na 3 fázy:

- **0 – 60°** – vykonávajúce svaly: m.supraspinatus (prvých 30° pohybu) a m.deltoideus.
  - **60 – 120°** – do momentu, kedy hlavica pažnej kosti narazí na fossa glenoidalis a kĺb sa uzamkne (90°) sa pohyb odohráva v ramennom kĺbe. Následne je do pohybu zapojená lopatka a taktiež akromioklavikulárny a sternoklavikulárny kĺb. Svalovo sa na pohybe podieľajú m.trapezius a m.serratus anterior.
  - **120 – 180°** – dochádza k prehĺbeniu v spodnej časti chrbtice a k zapojeniu svalov trupu.
- (Kapandji, 2007)

### **Vnútoraná rotácia**

Pohyb v tomto smere je dosahovaný svalmi m.subscapularis, m.latissimus dorsi, m.teres major a m.pectoralis major a pohybuje sa v rozsahu od 100 – 110°. Dochádza taktiež k ABD lopatky za pomoci m.pectoralis minor a m.serratus anterior (Kapandji, 2007; Velé, 2006).

### **Vonkajšia rotácia**

Dochádza k zapojeniu spodnej časti m. deltoideus, m. infraspinatus a m.teres minor. Rozsah pohybu je o niečo menší ako pri vnútornej rotácii (80 – 90°). Vonkajšie rotátory disponujú taktiež výrazne svalovo slabšie ako vnútorné rotátory. Dôležitým svalom pri vnútornej rotácii je taktiež m.subscapularis, ktorý stabilizuje hlavicu humeru, aby nedochádzalo k jej posunu v pred (Kapandji, 2007).

### **Skapulohumerálny rytmus**

Ramenný kĺb pracuje ako koordinovaný celok a nie ako izolovaný pohyb. Z tohto hľadiska načasovanie a správne zapojenie tvoria kľúčovú roľu pri plynulom a efektívnom pohybe. Pomer zapojenia ramennej kosti a lopatky pri pohybe do abdukcie a do flexie sa označuje ako skapulohumerálny rytmus. Kolář uvádza tento pomer 2:1, čo pri 90° abdukcii znamená, že 60°

pohybu sa odohráva v glenohumerálnom sklbení a 30° pohybu zabezpečuje rotácia lopatky. Patológia v oblasti ramenného pletenca sa môže prejaviť patológiou v skapulohumerálnom rytme (Kolář, 2009).

## **2.2 Plavecké štýly**

Vrcholoví plavci sa zväčša špecializujú na jeden alebo dva plaveckých spôsobov zo štyroch, ktoré poznáme. Sú to: motýľ, znak, prsia a kraul. Napriek špecializácii jednotlivých plavcov je v tréningovom procese je väčšina objemu plávania kraulom, ktorý si v tejto práci aj bližšie priblížime. Holt uvádza, že kraul dokonca tvorí až 80 % plaveckého objemu (Holt et al., 2017).

### **2.2.1 Kraul**

Preferovaný štýl u plavca z istej časti podlieha taktiež anatomickým predispozíciám, ktorými daný plavec disponuje. Motýlik je zo všetkých plaveckých štýlov najnáročnejší na flexibilitu v ramenách, na svalovú silu a únavu. Znak vyžaduje o niečo menší rozsah pohybu v ramenných kĺboch a je menej unavujúci pre telo. Ako tretí v poradí je najpoužívanejší plavecký štýl kraul. Najmenšie nároky na oblasť ramena vyžaduje plavecký štýl prsia, pri ktorom sa nevyskytujú rotačné pohyby v zmysle ako ich môžeme vidieť u ostatných plaveckých štýlov (Beighton et al., 2012).

Práve kraul vďaka repetitívnym pohybom paží, ktoré sa pri tomto štýle vyskytujú, predurčuje vrcholových plavcov k mukuloskeletálnym zraneniam. Schlueter et al. vo svojej štúdií uvádza, že až 68,1 % zranení tvoria zranenia z preťaženia, z toho až 26,3 % sú práve spomínané ramenného kĺby. 69 % plavcov kvôli zraneniu musí obmedziť a pozmeniť tréningový proces, čo jednoznačne ovplyvňuje výkonnosť plavca. Zostávajúca 1/3 plavcov, u ktorej sa zranenia a bolesť vyskytovala, napriek bolesti nijako nepozmenila tréningový proces poukazuje na “znormlizovanie” nejakej stupňa bolesti v prípade športového plávania (Schlueter et al., 2021).

Kraul je najpoužívanejší plavecký spôsob medzi súťažnými plavcami. Telo plavca vo vode sa nachádza vo splývavej podlahe, čo tvorí základ pre správny a efektívny pohyb vpred. Nohy aj paže sú natiahnuté, hlava je v predĺžení chrbtice, nachádza sa medzi rukami, dlane a lakty sú vystreté rovnako ako aj bedrové a kolenné kĺby. Končatiny sa zároveň nachádzajú v addukcii, aby odpor vody bol čo najmenší a ktorý by v prípade akéhokoľvek vychýlenie narástol a negatívne ovplyvnil rýchlosť plavca. Pri samotnom plávaní kraulom hlavným hnacím motorom sú pravé paže. Dochádza k striedaniu záberov a zároveň k plynulej rotácii tela, ktorá je jedným zo základných predpokladov pre vytvorenie vhodnej pozície pre rameno vo fáze záberu

i prenosu. Nohy kopu striedavo v smere do flexie a extenzie v bedrovou kĺbe a zohrávajú skôr stabilizačnú zložku (Lukášek, 2012; Motyčka, 2001). Kraulový cyklus paží možno rozdeliť na päť fáz: prípravná, prechodová, záberová, prenosová a fáza vytiahnutie (Obrázok 1).

### **Prípravná fáza**

Úvodná časť trvá pomerne krátku dobu a začína preťatím hladiny vody. V ideálnom prípade plavec pretína hladinu najskôr prstami, následne dlaň a predlaktie. Až potom by do vody mal vstúpiť lakeť a ramenný kĺb. Po zanorení sa ruka naťahuje vpred až pokým nedosiahne plnú extenziu v LOK a flexiu v RAK. Následne paža jemne klesá smerom dole (Lukášek, 2012; McLeod, 2010).

### **Prechodná fáza**

Je najkratšia fáza plaveckého cyklu. Jej úlohou je „uchopenie vody“, čo je základ pre efektívny záber (Lukášek, 2012; McLeod, 2010).

### **Záberová fáza**

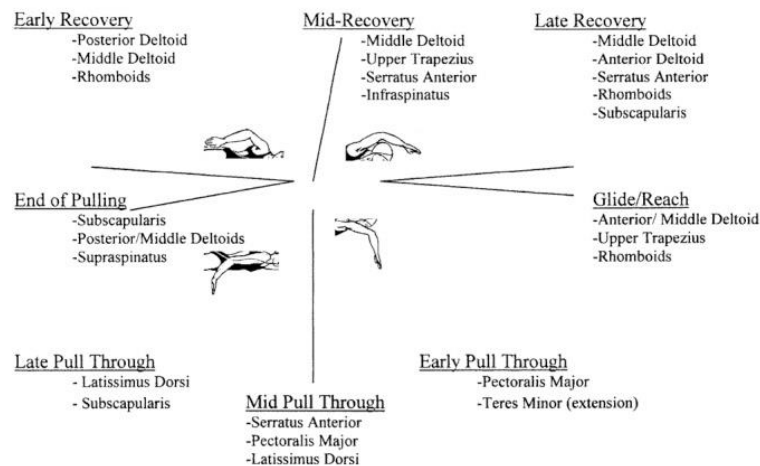
V záberovej fáze klesá paža a dochádza k miernej flexii predlaktia a 30° flexii v LOK. Dlaň smeruje k pozdĺžnej osi tela a nastáva vnútorná rotácia v ramennom kĺbe. Dochádza tým ku kompletnému zapojeniu predlaktia. LOK prechádza až do 90° – 120° flexii a následne aktiváciou m. triceps brachii zakončí záber do extenzie v LOK až ku bedrovému kĺbu (Lukášek, 2012; McLeod, 2010).

### **Prenosová fáza**

Pažu prenášame vzduchom, pričom predlaktie zostáva uvoľnené a lakeť flektovaný. Ramenný kĺb je počas prenosu v ľahkej vnútornej rotácii (Lukášek, 2012; McLeod, 2010). Počas tejto fázy dochádza k zotaveniu predlaktia a dochádza k príprave na nasledujúci záber pod vodou.

## Obrázok 1

Svalové zapojenie v jednotlivých častiach kraulového záberu.



Gridle/Reach (Prípravná fáza), Early Pull Through (Prechodová fáza), Mid/Late/End Pull Through (Úvodná/Neskorá/ Koncová záberová fáza), Early/Mid/Late Recovery (Skorá/Stredová/Neskorá fáza prenosu) Prebraté z (Heinlein & Cosgarea, 2010)

## 2.3 Plavecké rameno

Pod pojmom plavecké rameno sa označuje bolestivý stav ramenného kĺbu, ktorý v súčasnosti predstavuje spektrum diagnóz rôznej etiológie (Bak, 2010).

### 2.3.1 Prevalencia

Výskyt plaveckého ramena sa pohybuje v skutočne širokej škále. Matzkin et al. uvádza prevalenciu medzi 3 % – 70 % (Matzkin et al., 2016), Bak zas uvádza prevalenciu pohybujúcu sa medzi 15 % – 80 % (Bak & Magnusson, 1997) a Feijen dokonca uvádza prevalenciu až 19 % – 91 % (Feijen et al., 2020). Najvyššia uvedená hodnota 91 % bola zaznamenaná práve vo vekovej skupine od 15 do 17 rokov v porovnaní s inými vekovými kategóriami. Náhodou určite nie je ani to, že práve v tejto skupine bol taktiež zaznamenaný druhý najväčší tréningový objem, hneď po objeme vekovej kategórie 18 – 22 rokov (Feijen et al., 2020). Výskyt bolesti v ramennom kĺbe,



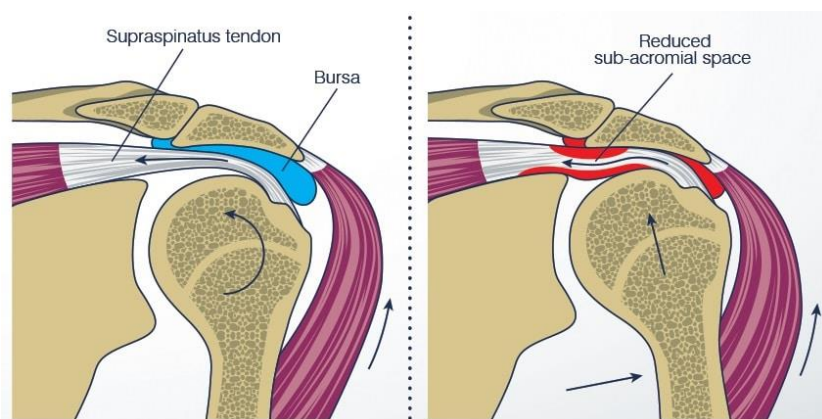
ktorá už výrazne zasahuje do tréningového procesu plavca je 35 % z plavcov, u ktorých sa nejaká bolesť v ramene objaví (Sherwin, 2022).

### 2.3.2 Subakromiálny impingement syndróm

Napriek širokému záberu diagnóz, ktoré patria pod pojem plavecké rameno, jednoznačne najfrekvencovanejšou je subakromiálny impingement syndróm (Obrázok 2). Dochádza pri ňom k útlaku v oblasti subakromiálneho priestoru medzi akromiónom a hlavicou ramennej kosti. V tejto približne 7 mm až 1 cm širokej zóne sa nachádza množstvo štruktúr od väzov búrčaz až po šľachu m. supraspinatus (Michaliček & Vacek, 2014) a ich chronickej a repetitívnej kompresii.

#### Obrázok 2

##### Subakromiálny impingement



Prebrané z: <https://www.spd.org.sg/shoulder-impingement-syndrome-how-to-prevent-it/>

Medzi najčastejšie príznaky patrí bolesť a pichanie pri elevácii v hornej časti ramena, spredu ramena v oblasti kľúčnej kosti či dokonca vzadu na lopatke. Ďalej sa môže vyskytovať slabosť pri aktívnych pohyboch, obmedzenie rozsahu pohybu v ramennom kĺbe, preťaženie horných fixátorov lopatky, diskomfort až bolesť pri spánku na postihnutom ramene, pukanie a samozrejme bolesť pri vykonávaní športovej činnosti, ako sú hody či plávanie. Bolesť sa nezriedka môžu vyskytnúť aj v kľude (Holič, 2018). Neer rozdelil stupne subakromiálneho impingementu na základe intenzity a dĺžky poškodzujúcich podnetov na tri stupne.

V prvom stupni dochádza k oslabeniu ABD a tupým bolestiam. Prítomné taktiež môžu byť opuchy a hemoragie v oblasti rotátorovej manžety a príľahlých búrčaz. V prvom štádiu sa bolesti a obmedzenie rozsahu prejavujú hlavne pri pohyboch v ramene a sú pri adekvátnej terapii reverzibilné.

V druhom stupni symptómy zodpovedajú tým vyskytujúcim sa v predchádzajúcom štádiu no vo väčšom rozsahu. Navyiac sa pridávajú nočné bolesti a dochádza k fibrotizácii tkanív a edému.

V treťom stupni sa vyznačuje silnou bolesťou pri pohybe ale aj v klúde a aj v noci. Dochádza k zúženiu subakromiálneho priestoru, ku vzniku osteofytov, atrofii svalov rotátorovej manžety a kalcifikácii šliach, najčastejšie m. supraspinatus a m. biceps brachii (Dungl, 2014; Kolář, 2009).

### **2.3.3 Príčina subakromiálneho impingementu u plavcov**

U plavcov sa impingement syndróm vyskytuje najčastejšie v juniorskom veku, kedy dochádza k navýšeniu tréningového objemu a prebiehajú navyše fyziologické zmeny v tele športovca spojené s dospievaním (Peric & Brezina, 2019). Faktom však zostáva, že bolesť ramena sprevádza všetky vekové kategórie a to od plavcov žiackych kategórii až po masters plávanie (Yanai & Hay, 2000).

V prípade subakromiálneho (SA) impingement syndrómu najčastejšia príčina vzniku sa mení v závislosti od veku pacienta. U mladších pacientov najčastejšie dochádza k útlaku v subakromiálnom priestore posttraumatickou hemoragiou a opuchom. V strednom veku sú mäkké tkanivá náchylnejšie zápalovým procesom, čo spolu s mechanickým útlakom vyúsťuje k postihnutiu väzív a šliach, ktoré tvoria najčastejšiu príčinu vzniku impingement syndrómu v tomto veku. Po štyridsiatom roku dochádza najčastejšie k zmenšeniu SA priestoru na podklade vzniku morfológických zmien, ako sú tvar akromiónu či osteofyty (Michaliček & Vacek, 2014).

#### **Primárne príčiny**

Medzi primárne príčiny patria štrukturálne anatomické zmeny, tvoriace mechanickú prekážku, ktorá má za následok zúženie subakromiálneho priestoru. Častejšie v týchto prípadoch pozorujeme znížený rozsah pohybu oproti sekundárnym príčinám, kde sa častokrát vyskytuje v ramennom kĺbe dokonca hypermobilita tohto segmentu (Kolář, 2009).

Častou anatomickou štruktúrou, ktorá môže prispievať k zúženiu subakromiálneho priestoru je akromión. Poznáme 3 typy jeho tvaru podľa Biglianiho: plochý, zakrivený a najproblematickejší hakovitý typ, pri ktorom je riziko poranenia rotátorovej manžety najväčšie (Dungl, 2014; Kolář, 2009).

S akromiónom sa spája ešte jedna patológia, ktorá predisponuje ramenný kĺb ku vzniku subakromiálnemu impingementu, a to predná ostruha akromiónu. Dochádza pri nej k dráždeniu

lig. coracoakromiale, kde v neskorších štádiách dochádza k entezopatii a ku kostenej prestavbe a vzniku akromiálnej ostruhy (Dungl, 2014).

Ďalšou z štrukturálnych príčin sú degeneratívne zmeny, artrotického, traumatického alebo idiopatického pôvodu. Dochádza ku tvorbe osteofytov prevažne v dolnej časti akromioklavikulárneho skĺbenia a dráždeniu m. supraspinatus (Dungl, 2014).

Medzi sekundárne príčiny môžeme zaradiť svalové dysbalancie, nedostatočná mobilita hrudníka, nesprávna stabilita a mobilita lopatky či tréningový objem, ktoré budú bližšie popísané v súhrnných rizikových faktoroch plaveckého ramena v kapitole 2.3.5.

### **2.3.4 Tendonopatía bicepsu**

Tendinitída bicepsu označuje zápalový proces, ktorý najčastejšie postihuje dlhú šľachu biceps brachii v oblasti bicipitálneho žliabku v proximálnej časti humeru. V závislosti na čase sa patologické zmeny na šľache môžu líšiť od akútneho štádia zápalovej tendinitíde až po degeneratívnu tendinopatiu (Varacallo & Scott, 2022).

#### **Obrázok 3**

*Tendonopatía biceps brachii*



Prebrané z : <https://www.coastalorthoteam.com/blog/biceps-tendinitis-causes-and-risk-factors>)

Stupeň poškodenia zobrazený pomocou magnetickej rezonancie (MRI) či artroskopie nie vždy zodpovedá klinickému obrazu, ako aj doba pretrvávajúcich symptómov neodpovedá stupňu poškodenia. V proximálnej časti sa objavuje častejšie vyšší stupeň poškodenia než v distálnej.

Primárna tendonopatía bicepsu je menej častá ako sekundárna, ktorá sprevádza iné primárne patológie v ramennom kĺbe. Etiológia vzniku primárnej tendinopatie nie sú doposiaľ

tak dobre objasnené v porovnaní so sekundárnymi. Napriek tomu, že primárny výskyt tvorí v tomto prípade len 5 % je známe, že izolovaná primárna tendonopatia bicepsu sa najčastejšie vyskytuje u mladých atlétov. Rizikovými športami sú hlavne baseball, softbal, volejbal a plávanie (Varacallo & Scott, 2022).

So vznikom sekundárnej bicipsovej tendonopatia sa spájajú najčastejšie patológie zahrňujúce tendonoaptia a parciálnu ruptúru rotátorovej manžety, impingement syndróm, glenohumeral internal rotation deficit, lézia labra či zápalové procesy v oblasti ramenného kĺbu (Varacallo & Scott, 2022).

### **Patofyziológia tendinopatie**

Tendinopatia dlhej hlavy bicepsu v skorých štádiách začína ako zápal šľachovej pošvy ako dôsledok repetitívneho trenia, ťahu a rotácii v oblasti ramena. Zápal sa vyvíja prvotne v oblasti bicipitálneho žliabku a vedie k zhrubnutiu šľachy v dôsledku prítomnosti opuchu poprípade hemoragie, ktoré komprimujú šľachu, ktorá je mechanicky dráždená v stláčanom mieste.

Vzniknutý zvýšený tlak a trenie predisponujú šľachu k patologickým trecím silám. Navyše šľachová pošva dlhej hlavy bicepsu je predĺženie synoviálnej membrány glenohumerálneho kĺbu, čím dochádza k priamemu ovplyvneniu tejto šľachy z preexistujúcich patológií rotátorovej manžety. V skorších štádiách zostáva šľacha v bicipitálnom žliabku stále pohyblivá (Varacallo & Scott, 2022).

V neskorších štádiách dochádza k zhrubnutiu, fibrotizácii a cievnej kompresii šľachy. Môže taktiež dôjsť k degeneratívnym zmenám a zmenám pohyblivosti šľachy v dôsledku adhézii, fibrózie a zjazvenia. V koncovom štádiu môže dôjsť k ruptúre v mieste úponu, v blízkosti tuberculum supraglenoidale alebo v blízkosti prechodu šľachy na sval (Varacallo & Scott, 2022).

### **2.3.5 Rizikové faktory vzniku plaveckého ramena**

V súčasnosti je známych niekoľko rizikových faktorov, ktoré sú spájané s plaveckým tréningom a vznikom plaveckého ramena. Patria medzi ne nadmerne dlhodobé preťažovanie, nesprávna technika plávania a nadužívanie plaveckých paciek (Bak, 2010; Tessaro et al., 2017).

### **Tréningový objem a intenzita**

Vrcholový šport vyžaduje balansovanie na hrane plavcových možností, a preto je extrémne dôležité zvoliť adekvátnu intenzitu a objem tréningového zaťaženia, tak aby nedochádzalo k podhodnoteniu schopností športovca, no zároveň aby nedochádzalo k dlhodobému tréningu za jeho hranicami. Bohužiaľ veľmi často sa stretávame s druhou

variantov, kde plavec trénuje nad rámec svojich možností a teda môžeme označiť preťaženie za jednu z najčastejších príčin stojacich za vznikom bolesti plaveckého ramena (Tessaro et al., 2017). Signifikantný rozdiel medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti v ich naplávanom tréningovom objeme potvrdila aj štúdia Feijen a kolektívu z roku 2020. Zranení plavci uviedli vyšší počet naplávaných kilometrov ako plavci bez výskytu zranenia. Rovnako uvádza koreláciu medzi počtom naplávaných rokov počas strednej školy a výskytu bolesti. Čím dlhšie plavec pláva, tým väčšia pravdepodobnosť vzniku bolesti (Feijen et al., 2020). S nadmernou záťažou narastá i patologická únava, horšia koordinácia a zapojenie svalov či zhoršená stabilita a následne i zhoršená decentrácia kĺbov a v závere i bolesť (Holič, 2018). Správne zvolená kombinácia a množstvo tréningov vo vode a na suchu tak tvorí základ prevencie pred vznikom plaveckého ramena.

Adekvátnu dávku treba taktiež aplikovať v prípade plávania s plaveckou pomôckou packy. Plavec pri nich využíva väčšiu plochu, čo vytvára väčší odpor vody, ktorý musí prekonať. Ich nadmerné používanie môže viesť k preťaženiu ramenného kĺbu (Tessaro et al., 2017).

### **Plavecká technika**

Plavecká technika je celá ďalšia kapitola, ktorá sa so vznikom bolesti ramena neodlučiteľne spája. Plávanie je technicky veľmi náročný šport, pri ktorom je vykonané obrovské množstvo rovnakých pohybov. Pokiaľ tento pohyb nie je efektívny a dochádza k nesprávnemu zaťaženiu a preťaženiu určitej časti, nie je prekvapením, že to môže vyústiť v zranenie z preťaženia.

Prvou z technických chýb, na ktorú treba zamerať svoju pozornosť či už v rámci prevencie alebo liečby bolesti ramenného kĺbu u plavcov je vkladanie rúk do vody. Pri tzv. „zapichnutí“ rúk do vody môže plavec využiť dva spôsoby. V prvom prípade vloženie dlane začíname palcom napred (Obrázok 5). Výhodou je menší odpor vody. Pozornosť však musíme v tomto prípade zamerať na to, v ktorom segmente sa rotácia vykonáva. Pokiaľ prvotný vstup plavca začína vnútornou rotáciou ramena, môže dôjsť ku namáhaniu predných štruktúr a ku kompresii m.biceps brachii o ventrálnu časť kĺbneho puzdra. Vhodnejšou variantnou v tomto prípade je vloženie palca, rotácia vychádzajúca z pronácie predlaktia, alebo využitie vkladanie dlane do vody za končekmi prstov (Obrázok 4) (Batalha et al., 2020; Mullen, 2018).

#### Obrázok 4

*Variant vkladania ruky do vody prstami napred (archív autorky)*



#### Obrázok 5

*Variant vkladania paží do vody palcom napred, s ramenom vo vnútornej rotácii (archív autorky)*



Dôležitá je taktiež adekvátna vzdialenosť, v ktorej dochádza ku pretátiu hladiny vody, tak aby nedochádzalo k prekríženiu osi tela. V prípade vkladania rúk príliš mediálne, dochádza k pohybu v hraničnom rozsahu kĺbu a dochádza tak k nadmernému opotrebovaniu. Plavci, ktorí už s bolesťou bojujú využívajú ešte širšiu vzdialenosť na vkladanie dlaní do vody. Tento spôsob využívajú ku zmierneniu tlaku hlavice na akromión (Heinlein & Cosgarea, 2010).

Druhou technickou pasážou, ktorej je potrebné venovať pozornosť je pozícia ostrého lakťa v podvodnej časti záberu. V tejto časti záberu je lakeť postavený vysoko a rameno sa nachádza vo vnútornej rotácii a horizontálnej addukcii. Z hľadiska výkonu je táto pozícia najefektívnejšia, avšak čo sa týka vzniku plaveckého ramena riziková. Vhodnejším variantom je povolenie ramena ľahko do vonkajšej rotácie, čo umožní plavcovi využiť stále efektívny záber, no zároveň nebude

zaberat' v krajnom rozsahu. V prípade už vzniknutej patológie často dochádza k poklesu lakťa na postihnutej strane a taktiež k asymetrickému zberaniu, nakoľko paža bez bolesti je poväčšine schopná vyvinúť väčšiu silu ako končatina s bolesťou. Odporúčanie pre plavcov z hľadiska bolesti v ramene je teda používať pozíciu ostrého lakťa, nie však v maximálnom rozsahu (Yanai & Hay, 2000).

Podstatnou časťou je aj celkové zosúladenie nádychu, prenosu paží, rotácie hlavy a rotácie tela. Pokiaľ niektorá z častí nezapadá do celku, je poväčšine kompenzovaný v ramennom kĺbe a dostáva ho každým nádychom do krajnej pozície. Netreba zabudnúť taktiež viesť plavcov ku nádychu na obidve strany (Mullen, 2018) a zaradzovať do tréningového procesu taktiež šnorchel a cielené cvičenia napr. s piškótou, na zosúladenie záberu a rotáciu trupu.

### **Mobilita hrudníka**

U plavcov často môžeme vidieť neoptimálne držanie tela a s ním spojené kyfotické postavenie hrudníka. Takéto postavenie neposkytuje ramennému kĺbu dostatočné podmienky pre správne fungovanie, obzvlášť nie u plavcov, ktorí počtom rotačných pohybov vynakladajú vysoké zaťaženie na túto oblasť (Bak, 2010). Nadmernú hrudnú kyfózu môžeme považovať za jeden z predispozičných faktorov pri vzniku skapulárnej dyskinézy a zníženiu subakromiálneho priestoru. Ku zmenám v skapulohumerálnom rytme dochádza už pri pomerne miernej hyperkyfóze, a to obmedzením vonkajšej rotácie a dorzálnemu naklopeniu lopatky pri ramene v abdukcii (Kebaetse et al., 1999)

### **Postavenie lopatky**

Predsunuté držanie ramien a neoptimálna pozícia lopatiek je ďalšou súčasťou nesprávneho držania tela u plavcov. Dochádza ku skráteniu prsných svalov, m. trapezius a m. serratus anterior a oslabené sú vlákna spodných fixátorov lopatky. Pohyb lopatky je tým pádom obmedzený, čo narúša optimálny stereotyp flexie a abdukcie ramena (Solem-Berntof et al., 1993).

### **Svalové dysbalancie**

Pri plávaní prevažujú niekoľkonásobne pohyby do vnútornej rotácie, čo značne nabáda ku vzniku svalových dysbalancií. Pre funkčnosť ramena je podstatná funkcia vonkajších i vnútorných rotátorov a m. supraspinatus, ktoré zabezpečujú centráciu ramenného kĺbu a zároveň depresiu hlavice humeru ako protipohyb voči ťahu m. deltoideus. Sťahovaním hlavice kaudálne napomáhajú k rozšíreniu subakromiálneho priestoru a tým taktiež znižujú útlak, ktorý pri impingement syndróme vzniká v tejto oblasti (Holič, 2018).

Dôležitým svalom je m. subscapularis, ktorý sa tiež podieľa na depresii hlavice, ale taktiež ako jediný poskytuje ramennému kĺbu potrebnú oporu na prednej strane kĺbneho puzdra. Predchádza tým pádom prednej instabilite ramenného kĺbu (Derrick et al., 2015; Walker, 2020).

Počas plávania dochádza k zapojeniu m. latissimus dorsi a prsných svalov. Veľký počet záberov vedie často ku ich skrúteniu a naopak, dochádza k oslabeniu v m. trapezius prevažne v strednej a spodnej časti. Podobné dysbalancie vedú k zlému držaniu tela, k posunu hlavice humeru dopredu a následnému zvýšenému riziku vzniku bolesti (Heinlein & Cosgarea, 2010).

Tak ako je dôležitá prevencia v prípade plaveckého ramena rovnako je podstatná aj terapia a hlavne jej zahájenie čo najskôr. Pokiaľ nedôjde k začatiu adekvátnej rehabilitácie, dochádza k inhibícii niekoľkých svalov, ku vytvoreniu kompenzačných avšak patologických pohybových vzorov, ku zmenám plaveckej techniky, čo v prípade dlhodobého trvania vyúsťuje do rozvinutej svalovej dysbalancie

## **2.4 Vyšetrenie ramenného kĺbu u plavcov**

### **2.4.1 Hypermobilita**

Pojem generalizovaná hypermobilita (GH) označuje rozvoľnenie ligamentov a kĺbných puzdier, čo so sebou prináša zníženie pasívnej kĺbnej stability. Tento stav so sebou prináša zvýšené riziko zranenia a to ako traumatického, tak aj netraumatického pôvodu (Cameron et al., 2010). Presný vznik nie je doteraz úplne objasnený, no už dnes môžeme tvrdiť, že genetika hrá významnú rolu pri hypermobilitate. Ďalším rizikovým faktorom je pohlavie, kde ženy majú 2:1 väčšie riziko vzniku ako muži (Nathan et al., 2018).

Mladí plavci, ktorí sa plávaniu venujú na súťažnej úrovni patria medzi športovcov, u ktorých sa GH vyskytuje veľmi často (Junge et al., 2016). Jedným z dôvodov môžu byť nároky športu na optimálnu pozíciu tela vo vode a dĺžky záberu, ktoré so sebou nesú potrebu veľkého rozsahu pohybu v ramennom kĺbe (Liaghat et al., 2018).

Napriek tomu, že je generalizovaná hypermobilita u plavcov mnohokrát označovaná za rizikový faktor pre vznik plaveckého ramena, faktom zostáva, že nie je raritným fenoménom v plaveckej komunite s prevalenciou 20 % a v prípade lokálnej hypermobility v ramene je percento výskytu ešte vyššie (Junge et al., 2016). Prítomnosť GH u plavcov neznamená automaticky vznik zranenia a bolesti. V ramennom kĺbe sa totižto stretáva nie len hypermobilita, ale aj množstvo rotácií, svalové preťaženie a svalová únava, ktoré zo sebou tréningové a súťažné zaťaženie prinášajú, a nie je jednoznačné, ktorá zložka má na vzniku plaveckého ramena najväčší podiel.



Navyše plavec bez zvýšeného rozsahu ramenného kĺbu by nebol schopný zaujať optimálnu polohu a kvalitný záber, čo by viedlo k zníženiu výkonnosti plavca. Chýbajúci rozsah plavec musí vykompenzovať napríklad v drierkovej časti chrbtice, kde môže dochádzať ku vzniku bolesti (Kitamura et al., 2020).

V štúdiu z roku 2018 Liaghat a kolektív sledovali či sa vyskytuje znížená sila v oblasti ramena u plavcov s GH oproti plavcom, u ktorých sa GH nevyskytovala. Výsledky štúdie potvrdili, že plavci s GH vykazovali zníženú silu a zvýšenú unaviteľnosť do vnútornej rotácie, čo môže byť jedným z faktorov prispievajúcich ku vzniku plaveckého ramena.

Plavci by sa teda v rámci prevencie mali zamerať nielen na posilnenie vonkajších rotátorov, ale venovať pozornosť taktiež posilneniu svalov vykonávajúcich vnútornú rotáciu (Liaghat et al., 2018).

#### **2.4.2 Rotácie v ramennom kĺbe u plavcov**

Rotácia v ramenných kĺboch je v plávaní najčastejší pohyb, ktorý plavec vykoná až 30 000 krát za týždeň na každú stranu (Davis et al., 2023). Vonkajšia rotácia je pohyb vykonávaný sa v transverzálnej rovine okolo pozdĺžnej osy humeru. Rozsah pohybu môže byť limitovaný genohumerálnym väzom, coracohumerálnym väzom, prednou časťou puzdro glenohumerálneho kĺbu a taktiež svaly m. subscapularis, m. latissimus dorsi, m. pectoralis major, a m. teres major. Celý komplex ramenného pletenca je zároveň limitovaný m. serratus anterior a m. pectoralis minor (Janda & Pavlu, 1993).

Čo sa týka vnútornej rotácie rozsah pohybu býva zväčša limitovaný zadnou časťou kĺbneho puzdra, napätím m. infraspinatus a m. teres minor. V rámci celého komplexu ramenného pletenca môže rozsah do vnútornej rotácie ovplyvniť taktiež m. trapezius stredná a dolná časť a medzilopatkové svaly (Janda & Pavlu, 1993).

Na to, aby bol športovec schopný vykonávať danú športovú aktivitu efektívne a účinne, musí disponovať rôznymi fyzickými predispozíciami. V prípade, že sa fyzické predispozície nezhodnú s biomechanickými nárokmi na športovú aktivitu nastáva situácia, ktorá sama o sebe je rizikovým faktorom pre vznik zranenia. Pokiaľ športovec disponuje adekvátnou telesnou schránkou pre daný šport, jeho genetická výbava zohrá významnú úlohu v prevencii zranení. U športovcov, ktorých šport vyžaduje množstvo hodov sa ukázala vonkajšia rotácia ako kľúčová. V prípade jej deficitu dohádza k zníženiu výkonnosti a zvýšeniu rizika vzniku zranenia. Na rozdiel od hádzajúcich športovcov, u plavcov sa ukazuje kľúčový rozsah pohybu práve do vnútornej rotácie, a to hlavne v prípade plaveckého spôsobu kraul (Holt et al., 2017), ktorý tvorí

až 80 – % naplávaných kilometrov u plavcov bez rozdielu spôsobovej špecializácie (Richardson et al., 1980). Vnútoraná rotácia je považovaná za dôležitú ako v prípade prevencie zranení, tak aj v prípade dosiahnutia maximálneho výkonu. U plavcov je za adekvátny rozsah považovaná hodnota medzi 40°–50° (Blanch, 2004; Holt et al., 2017). Napriek tomuto všeobecnému tvrdeniu nie je veľa zozbieraných dát k tejto oblasti, a tak bližšie upresnenie vhodného rozsahu rotácii pre plavcov je na mieste. Rotácie v ramennom kĺbe môžu byť ovplyvnené na základe mnohých faktorov. Jedným z nich je orientácia proximálnej časti humeru. Zväčšené retrotorzné postavenie humeru vedie k zvýšenému rozsahu do vonkajšej rotácie a zároveň k zníženému rozsahu do vnútornej rotácie, pričom nedôjde k zmene v celkovom rozsahu rotácii v ramennom kĺbe. Uvedená anatomická kondícia je výhodná u vrhačov a atlétov vykonávajúci veľký počet hodov, no plavcov dostáva do značnej nevýhody. Pokiaľ by sme vychádzali z predchádzajúceho tvrdenia, bolo by logické uvažovať v prípade plavcov, že antetorzné postavenie humeru dopomôže plavcovi k zvýšenej vnútornej rotácii, a teda aj k lepšiemu výkonu. Toto tvrdenie sa však nepotvrdilo. V štúdiu z roku 2017 Holt a kolektív uvádzajú, že plavci nedisponujú väčším pasívnym rozsahom do vnútornej rotácie alebo väčšou torziou humeru v porovnaní s populáciou v rovnakom veku, ktorá sa plávaniu nevenuje. Z toho dôvodu udržanie normálneho pasívneho rozsahu do rotácie v ramennom kĺbe je u plavcov dostačujúce a efektívne ako pre výkon, tak aj v rámci prevencie zranenia. V prípade aktívneho rozsahu pohybu do vnútornej rotácie, merané v pronácii, 30° rozsah je postačujúci pre efektívne prevedenie plaveckej techniky. Čo sa týka vonkajšej rotácie tu nastal rozdiel u plavcov v porovnaní s rovesníkmi bez plaveckej športovej kariéry. Plavci ukazovali približne o 15° väčší pasívny rozsah (Holt et al., 2017).

Plávanie je bilaterálny šport, rozsah pohybu sa môže signifikantne líšiť nie len u jednotlivých plavcov v závislosti od pohlavia a veku, ale aj na jednotlivých stranách toho istého pacienta. Riemann uvádza, že ramenný kĺb na dominantnej strane preukazuje signifikantne väčší rozsah pohybu do extra rotácie než ramenný kĺb na nedominantnej strane, zatiaľ čo nedominantná strana disponovala väčším rozsahom do vnútornej rotácie a celkového rozsahu pohybu (Riemann et al., 2011). Vysvetlenie pre takýto stranový rozdiel môže byť napríklad unilaterálne dýchanie, ktoré vyžaduje na jednej strane väčšiu vonkajšiu rotáciu.

### **2.4.3 Stabilita ramenného kĺbu**

Rameno je kĺb s najväčším umožneným rozsahom vďaka jeho špeciálnej architektúre a pomeru hlavice humeru a kĺbnej jamky (Čihák et al., 2011). Z tohto dôvodu je stabilita tohto kĺbu zásadným faktorom pri uskutočňovaní pohybov (Michaliček & Vacek, 2014).

Stabilita ramena je v prípade správnej funkčnosti kĺbu zabezpečovaná pomocou dvoch zložiek, a to pasívnou a aktívnou. Medzi statické stabilizátory patrí tvar kostí, glenohumerálne väzy, glenoidálne labrum a kostenné výbežky a ich uplatnenie je hlavne v krajných kĺbných pozíciách. Medzi tie dynamické môžeme zahrnúť svaly a taktiež proprioceptívne informácie z väziva, šliach a kĺbov, ktoré celkovo stabilitu kĺbu korigujú a koordinujú (Michaliček & Vacek, 2014).

Za normálnych okolností tieto stabilizátory počas športovej aktivity zabezpečia, aby sa hlavica humeru nadmerne nepohybovala mimo glenoidálnu jamku. Pokiaľ však dôjde k narušeniu tejto stability, môže dôjsť k instabilite v ramenom kĺbe (Nadler et al., 2004). V tomto prípade je však potrebné si uvedomiť, že laxicita väziva sa nerovná automaticky instabilita kĺbu. Normálna laxicita môže byť po čase zväčšená z dôvodu opakovaného preťažovanie a môže sa, ale aj nemusí stať patologickou (Berkoff et al., 2022).

U plavcov je problematika laxicity o čosi komplikovanejšia nakoľko do istého bodu môžu plavci z rozvoľneného väziva benefitovať. Môžu vykonávať dlhší záber a zvýšiť rýchlosť, čo celkovo vyústi do vyššej efektivity každého záberu. Zníženie účinnosti pasívnych stabilizátorov však kladie väčšie nároky na dynamickú zložku stability, aby napriek deficitu v pasívnej stabilite dochádzalo ku adekvátnej kontrole pohybu hlavice humeru v kinematike glenohumerálneho kĺbu. Pokiaľ dôjde k svalovej dysbalancii na podklade zvýšenej väzivovej laxicity môže tento stav viesť k únave svalov zabezpečujúcich dynamickú stabilitu, a tým podporiť vznik zranenia (Rodeo et al., 2016).

Prítomnosť ako kĺbnej instability, tak aj laxicity väziva u plavcov bola preukázaná v niekoľkých štúdiách. Bak a Faunø (1997) uvádzajú prítomnosť nadmerného posunu hlavice u 75 % plavcov, Pink a Tibone uvádzajú prevalenciu kĺbovej voľnosti u 20 % plavcov (Pink & Tibone, 2000) a Rodeo uvádza inferiórny posun hlavice až u 98 % plavcov a generalizovanú laxicitu u 62 % plavcov (Rodeo et al., 2016).

U plavcov je z tohto hľadiska extrémne dôležité, aby potrebná kĺbová vôľa bola dostatočne vyvážená stabilnou zložkou kĺbu. Plavci by preto mali do pravidelného tréningového procesu zaradiť nie len cviky na mobilitu ramenných kĺbov, ale hlavne aj na stabilitu.

#### **2.4.4 Propriocepcia**

Pohľad na funkcie ramenného pletenca bol do teraz prevažne z biomechanického hľadiska. Nesmieme však zabudnúť, že rovnako dôležitý je aj neurofyziologický mechanizmus spätnej väzby, ktorý sa podieľa na kontrole pohybu v ramennom kĺbe (Blanch, 2004) a je súčasťou somatosenzorického systému.

Somatosenzorický systém človeka zahŕňa povrchovú citlivosť, ktorá zahŕňa termocepciu, taktílna citlivosť a nocicepciu. Druhú časť somatosenzorického systému tvorí hĺbková citlivosť – propiocepcia. Propriocepcia poskytuje informácie o pohybe a polohe jednotlivých segmentov tela. Medzi statickú propiocepciu označovaná ako státestézia (polohocit), môžeme zahrnúť vnímanie vzájomného postavenia jednotlivých častí tela a nastavenie kĺbov. Medzi dynamickú propiocepciu známu aj ako kinestézia (pohybocit) zaraďujeme vnímanie samotného pohybu jeho rýchlosť a rozsah v jednotlivých segmentoch (Ambler, 2006; Dylevsky, 2009)

### **Proprioceptory**

V rámci správneho fungovania tela a koordinovaného pohybu zohrávajú informácie o vnútornom a vonkajšom prostredí nezastupiteľnú rolu (Velé, 2006). Jednotlivé zmeny a stimuly sú zachytávané pomocou receptorov a následne sprostredkované pomocou ďalších neurónov až do CNS. Receptory môžeme rozdeliť na exteroceptory, ktoré sprostredkovávajú informácie z okolia, interoceptory, ktoré sprostredkovávajú informáciu z vnútra vlastného tela a propioceptory.

Proprioceptory zaraďujeme medzi mechanoceptory, ktoré prenášajú tlakové, vibračné a dotykové signály z kĺbov, väzov a šliach. Ich úlohou je rozpoznať vzájomné postavenie jednotlivých segmentov voči sebe a ich pohyby (Dylevsky, 2009). Telá týchto špecializovaných nervových buniek sa nachádzajú pozdĺž miechy v spinálnom ganglióne. Čo sa týka stavby axónu, na rozdiel od ostatných neurónov, axóny propioceptorov signály prijímajú obojsmerne, teda sú schopné vzruchy prijímať, ale aj vysieľať. Táto funkcia zabezpečuje nie len odoslanie informácie o danom segmente, ale zároveň aj okamžitú spätnú väzbu (Latash, 2008).

Centrálny nervový systém permanentne dostáva informácie z propioceptorov ohľadom polohy jednotlivých segmentov tela a taktiež či bol pohyb vykonaný a akým spôsobom (Ambler, 2006). Následne dochádza k spracovaniu prijatých informácií a v prípade potreby spätnej väzby a úprave časti tela do optimálnejšieho nastavenia. Takáto spätná väzba je nenahraditeľná pri vykonávaní a riadení koordinovaných pohybov (Kolář, 2009), a teda má nezastupiteľnú rolu v športe pre usporiadanie jednotlivých segmentov tela do správneho postavenia pre daný športový úkon, pre plynulý výkon a adekvátnu rýchlosť a vzdialenosť pohybu. Zatiaľ čo elitní športovci rýchlo a presne spracovávajú enormné množstvo sensorických informácií vychádzajúcich z daného pohybu a integrujú ich do následného pohybu. Ľudia, ktorí sa športu nevenujú na profesionálnej úrovni trvá tento proces oveľa dlhšie (Kusanagi et al., 2017).

Počas plávania kraul, každá časť tela vykonáva iný pohyb. Dokonca aj hlava, ktorá počas väčšiny vykonávanej aktivity zostáva v neutrálnej pozícii sa počas nádychu rotuje na bok. Z tohto

dôvodu je zvládnutie plaveckej techniky veľmi náročné. Navyše na rozdiel od iných športov, pri plávaní nie je možné priamo počas vykonávania činnosti využiť zrakovú kontrolu vďaka špecifickému prostrediu, v ktorom sa vykonáva a špecifickej polohe, ktorá je pre plávanie potrebná (Taormina, 2022). V bazéne nie je možné použiť zrkadlo či inú pomôcku, ktorá by v reálnom čase plavcovi umožňovalo pozorovať a korigovať svoje pohyby pomocou zraku a tak sa plavec musí spoľahnúť vo veľkej väčšine práve na vnútorné receptory, ktoré mu poskytujú informácie o nastavení jednotlivých segmentov tela voči sebe a poskytuje celkovú predstavu o tele ako celku vo vodnom prostredí. Kvalitné vnútorné vnímanie plavec využije ako v rámci prevencie, tak aj zlepšenie výkonnosti. Napríklad mnohokrát si plavec nepamätá čo presne mu tréner povedal na korekciu jeho techniky, nepamätá si ani čo mu fyzioterapeut odporučil, ale vie si zapamätať ako sa počas toho pohybu cítil. V prípade vnímavého plavca vo chvíli keď cíti, že sa vo svojom štýle necíti komfortne, môže opätovne skúsiť nájsť komfort pomocou svojho vnútorného zraku, poprípade požiadať o korekciu trénera, ktorý mu dá externú spätnú väzbu a pomôže mu opätovne navodiť správnu polohu, ktorú si plavec priradzuje s dobrým pocitom.

Proprioceptívny vnem však aj v prípade plavcov môže byť narušený z dôvodu predchádzajúceho zranenia alebo svalovej únavy.

#### **2.4.5 Sila**

Plávanie je silovo náročný šport, pri ktorom plavec z väčšej časti využíva na svoj pohyb pred silu horných končatín. Správna a dostatočná svalová aktivita tvorí v tomto prípade jeden z kľúčových predpokladov, aby plavec a jeho ramená vydržali tréningové zaťaženie a mohol podávať dlhodobý športový výkon.

Nielen svalová sila jednotlivých svalov, ale aj rovnováha medzi jednotlivými svalovými skupinami v oblasti ramena patria k základným funkciám ramenného pletenca (Struyf et al., 2017). Ako jedna z najhlavnejších je podľa Baka a Magnussona označovaná rovnováha medzi vnútornými a vonkajšími rotátormi, ktorá je často narušená už len charakteristikou samotného športu a pohybov pri ňom vykonávaných. Plavci disponujú v porovnaní s neplavcami silnejšími vnútornými rotátormi, no u plavcov s bolestivým plaveckým ramenom bola práve sila do vnútornej rotácie oslabená. Nie je jasné či je svalová sila v tomto prípade znížená z dôvodu prítomnej bolesti alebo, či bolesť vznikla z prítomného silového deficitu (Bak & Magnusson, 1997). Aj v prípade tohto tvrdenia však nájdeme aj opačné názory, kde rozdiel v sile vnútorných rotátorov u plavcov s bolesťou a bez bolesti zistená nebola (Harrington et al., 2014).

Ako jeden z rizikových faktorov môžeme taktiež považovať nedostatočnú silu stredu tela. U plavcov s bolesťou ramenného kĺbu bola zistená nižšia svalová sila a vytrvalosť svalov stredu tela než u rovesníkov, u ktorých sa bolesť ramena nevyskytovala (Tate et al., 2012).

### **Svalová únava**

Za rizikový faktor môžeme označiť taktiež aj svalovú únavu rotátorovej manžety. Dochádza k zmenšeniu subakromiálneho priestoru v dôsledku kraniálneho posunu hlavice po únave. Štúdia dokázala, že došlo k translácii hlavice približne o 0.79 mm, čo je v prípade priestoru o veľkosti 2 až 14 mm veľký posun (Aranha et al., 2022). Priestor môže byť zmenšený až o 40 %, a to pri znížení sily už o 40 % (Aranha et al., 2022). Počas tejto štúdie protokol pre unavenie rotátorovej manžety trval menej ako 90 sekúnd, čo stačilo na zníženie svalovej sily o takmer polovicu (Aranha et al., 2022). Z tohto dôvodu je nevyhnutné sa v rámci rehabilitácie ale aj prevencie zabúdať na svalovú silu a svalovú vytrvalosť a predovšetkým netrénovať rotátorovú manžetu úplne do zlyhania (Holič, 2018).

### **3 CIELE**

#### **3.1 Hlavný cieľ**

Hlavným cieľom diplomovej práce je porovnať generalizovanú hypermobilitu, rozsah pohybu do vnútornej rotácie, statestéziu, stabilitu a svalovú silu ramenného kĺbu u plavcov s bolesťou a bez bolesti ramenného kĺbu.

#### **3.2 Čiastkové ciele**

- 1) Zistiť, či sa bolestivosť ramenného kĺbu vyskytuje na dominantnej končatine častejšie ako na nedominantnej končatine.
- 2) Zistiť rozdiel v športovej anamnéze z detstva medzi reprezentantami a plavcami nespĺňajúcimi kritéria pre zaradenie do reprezentácie.
- 3) Zistiť, ktorý terapeutický prístup volili plavci s bolesťou v ramennom kĺbe.

#### **3.3 Hypotézy a výskumné otázky**

H<sub>01</sub> Bolesť ramenného kĺbu bude rovnako častá na dominantnej a nedominantnej strane

H<sub>02</sub> Plavci s bolesťou dominantného RAK dosiahnu rovnaké skóre v teste hypermobility ako plavci bez bolesti dominantného RAK.

H<sub>03</sub> Plavci s bolesťou nedominantného RAK dosiahnu rovnaké skóre v teste hypermobility ako plavci bez bolesti nedominantného RAK.

H<sub>04</sub> Aktívny rozsah pohybu do vnútornej rotácie bude rovnaký u plavcov s bolesťou na dominantnej strane a bez bolesti na dominantnom ramennom kĺbe.

H<sub>05</sub> Aktívny rozsah pohybu do vnútornej rotácie bude rovnaký u plavcov s bolesťou na nedominantnej strane a bez bolesti na nedominantnom ramennom kĺbe.

H<sub>06</sub> Statestézia v ramennom kĺbe bude rovnaká u plavcov s bolestivým ramenom na dominantnej strane a u plavcov bez bolesti na dominantnej strane.

H<sub>07</sub> Statestézia v ramennom kĺbe bude rovnaká u plavcov s bolestivým ramenom na nedominantnej strane a u plavcov bez bolesti na nedominantnej strane.

H<sub>08</sub> Stabilita ramenného kĺbu bude rovnaká u plavcov s bolesťou na dominantnej strane a bez bolesti ramenného kĺbu na dominantnej strane.

H<sub>09</sub> Stabilita ramenného kĺbu bude rovnaká u plavcov s bolesťou na nedominantnej strane a bez bolesti ramenného kĺbu na nedominantnej strane.

H<sub>0</sub>10 Svalová sila ramenného pletenca bude rovnaká u plavcov s bolesťou na dominantnej strane a bez bolesti v ramennom kĺbe na dominantnej strane.

H<sub>0</sub>11 Svalová sila ramenného pletenca bude rovnaká u plavcov s bolesťou na nedominantnej strane a bez bolesti v ramennom kĺbe na nedominantnej strane.

H<sub>0</sub>12 Statestézia v dominantnom laktóvom kĺbe bude rovnaká u plavcov s bolestivým ramenom na dominantnej strane a u plavcov bez bolesti na dominantnej strane.

H<sub>0</sub>13 Statestézia v nedominantnom laktóvom kĺbe bude rovnaká u plavcov s bolestivým ramenom na nedominantnej strane a u plavcov bez bolesti na nedominantnej strane.

**Výskumné otázky:**

- 1) Aký terapeutický prístup volili plavci s bolesťou ramenného kĺbu najčastejšie, keď sa u nich vyskytla bolesť v RAK?



## METODIKA

### 3.4 Výskumný súbor

Do výskumného súboru bolo zahrnutých 22 probandov, z toho 10 žien a 12 mužov. Vekový rozsah probandov sa pohyboval medzi 15 - 22 rokov pričom priemerný vek bol 16,57 rokov. Priemerná výška probandov bola 178,93 cm, priemerná váha bola 66,60 kg a priemerné BMI 20,80. Probandi boli všetci aktívni súťažní plavci, ktorí sa venujú plávaniu na vrcholovej úrovni. 18 účastníkov bolo v čase merania zaradených do slovenskej plaveckej reprezentácie v juniorskej alebo seniorskej kategórii. Bližšie podrobnosti k charakteristike výskumného súboru sú uvedené v kapitole 5.1.

Všetci probandi splňovali vstupné kritéria pre zaradenie do výskumného súboru štúdie. Medzi vstupné kritéria patrilo vekové obmedzenie 15-25 rokov, byť aktívnym súťažným plavcom v poslednom roku, s absolvovaným minimálne jedným pretekom za posledný rok.

Do výskumu neboli prijatí účastníci, ktorí sú bývalí plavci no aktívne sa už plávaniu nevenujú, poprípade plavci, ktorí zo zdravotných dôvodov nemohli plávať po dobu minimálne jedného roka. Taktiež boli vylúčení probandi, u ktorých boli v čase testovania prítomné známky akútneho respiračného ochorenia. Do výskumného súboru neboli prijatí taktiež probandi, ktorí majú metabolické či infekčné ochorenia. Vylúčení boli taktiež plavci, ktorí sú po operácii v oblasti ramenného kĺbu z inej ako plavecké rameno alebo v ich anamnéze figuruje vážny úraz v oblasti horných končatín, hrudného koša a hrudnej chrbtice. Všetci probandi absolvovali úvodnú písomnú časť s dotazníkom. Merania sa nezúčastnil 1 proband, nakoľko vykazoval známky akútneho respiračného ochorenia. Z tohto dôvodu nemohol proband dokončiť kompletne merania a teda bol z praktickej časti štúdie vylúčený. Teoretickú dotazníkovú časť absolvoval s ostatnými probandami. Behom merania nedošlo k žiadnym úrazom.

#### 3.4.1 Informovanosť probandov

Účastníkom štúdie bol vopred zaslaný email s informáciami o štúdiu a informovaným súhlasom. Pred samotným zahájením štúdie dostali probandi podrobne informácie ohľadom priebehu merania, cieľoch výskumu, spracovaní osobných údajov a výhodách a nevýhodách účasti v štúdiu. Každý zo zúčastnených probandov odovzdal pred zahájením vyplnenia dotazníkov a samotným meraním informovaný súhlas podpísaný samotným účastníkom, poprípade v prípade účastníkov mladších ako 18 rokov, podpísaný súhlas zákonným zástupcom. Výskum

porovnanie funkcie ramenného kĺbu u plavcov s bolesťou a bez bolesti v ramennom kĺbe bol schválený Etickou komisiou Fakulty telesnej kultúry Univerzity Palackého v Olomouci (číslo 42/2022) dňa 27.4.2022 (Príloha 1).

### **3.5 Metódy zberu dát**

#### ***Protokol celého merania***

Ako prvé dostali plavci zaradení do výskumu dotazník obsahujúci 15 otázok (Príloha 2). Otázky boli zamerané na plaveckú históriu plavca, na aktuálne tréningové zaťaženie a na ramenný kĺb a prípadný výskyt bolesti. Následne sa zahájilo klinické meranie. Plavci chodili na meranie po skupinkách 3 až 5, oddelene muži a ženy. Prvé bolo do klinického testovania zahrnuté antropometrické meranie, potom plavci absolvovali test hypermobility, testy rozsahu pohybu do rotácii, Y-test pre hornú končatinu, meranie sily pomocou dynamometru a na záver bola zaznamenaná statestézia v ramenom a laktovom kĺbe.

#### ***3.5.1 Protokol antropometrického merania***

Výška sa odoberala pomocou klasického metra, prilepeného na stene, kde namerané hodnoty boli zaznamenané v cm. Pre odobranie dát pre hmotnosť bola použitá digitálna váha.

Pre odoberanie dĺžok horných končatín boli najprv pomocou farebných nálepiek vyznačené orientačné body na akromiáne, laterálny epikondyl humeru a processus styloideus radii, a to na oboch horných končatinách. Nálepky boli ponechané celú dobu merania a potom boli ešte využité pri vyhodnocovaní výsledkov statestézie.

Dĺžka celej HKK : acromián - daktylion

Dĺžka paže a predlaktia: acromián- processus styloideus radii

Dĺžka paže: acromián a laterálny epicondyl humeru

#### ***3.5.2 Protokol merania rozsahu pohybu do rotácii***

Meranie rotácii prebiehalo v ľahu na chrbte na lehátku, s podloženým kolenami, tak aby bola vyhladená drieková lordóza. Nevyšetrovaná horná končatina bola umiestená pozdĺž tela. Vyšetrovaná horná končatina bola v abdukcii v RAK a v 90° flexii v LOK. Predlaktie sa nachádzalo v strednom postavení, dlaňou smerom k dolným končatinám, kolmo voči podložke. Stred goniometru bol priložený na olecranon ulnae, pevné rameno smerovalo kolmo k podložke a pohyblivé rameno prechádzalo spojnicou olecranonu a processus styloideus ulnae. Fixácia prebiehala na lopatke za asistencie plavca, ktorý aktuálne nebol vyšetrovaný a dostal podrobné

inštrukcie o mieste a spôsobe akým je potrebné fixovať probanda na lehátku pri prebiehajúcom vyšetrení. Následne proband previedol pohyb v RAK do vonkajšej rotácie a následne do vnútornej rotácie. V oboch smeroch bol taktiež fyzioterapeutom dotiahnutý a zmeraný aj pasívny rozsah.

### 3.5.3 Protokol merania hypermobility

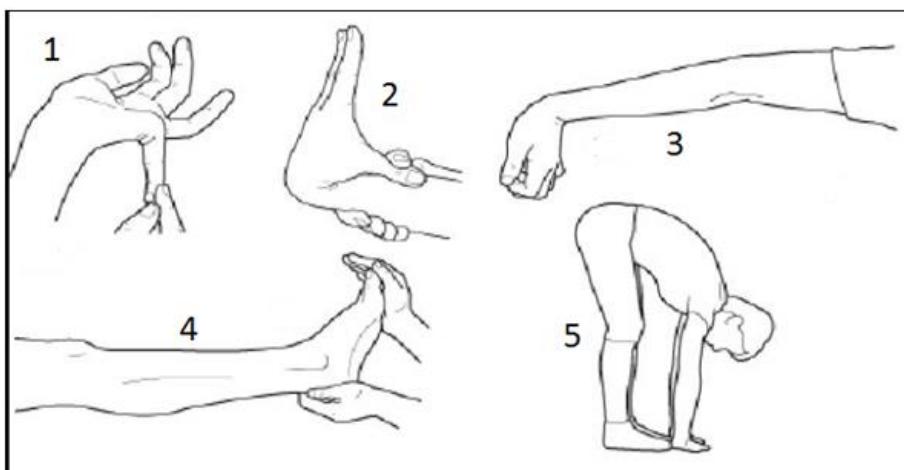
Pri vyšetrovaní hypermobilita bola zvolená Beighton scale, ktorá obsahuje 5 testov (Obrázok 6).

1. Pasívna dorziflexia 5. Prstu nad 90° (1 bod za každú ruku).
2. Pasívna opozícia palca voči predlaktiu (1 bod za každú ruku).
3. Hyperextenzia v LOK nad 10° (1 bod za každú končatinu).
4. Hyperextenzia v KOK nad 10° (1 bod za každú končatinu).
5. Flexia trupu s kolenami v plnej extenzii. Pokiaľ sa proband dotkne dlaňami zeme bol mu udelený 1 bod.

V prípade pozitívneho testu proband získal proband bod za každú stranu, na ktorej bola skúška pozitívna. Maximálny počet bodov, ktorý bolo možné dosiahnuť je 9, pričom dosiahnutie vyššieho skóre označuje väčšiu kĺbnu vôľu. Za normálne skóre môžeme považovať dosiahnuté hodnotu 0/9 až 3/9. Skóre nad 4/9 môžeme označiť ako hypermobilita (Beighton et al., 2012). Senzitivita Beighton scale dosahuje 0,8% a špecificita 99,3% (Singh et al., 2017).

#### Obrázok 6

Beighton scale- obsah testovania. Prebraté z: [https://www.physio-pedia.com/Beighton\\_score](https://www.physio-pedia.com/Beighton_score)

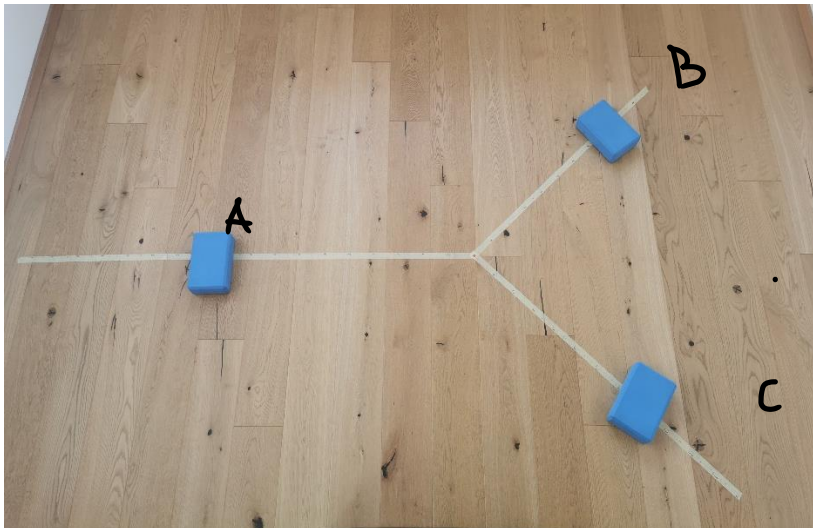


### 3.5.4 Protokol merania stability

Meranie stability prebehlo pomocou Upper limb Y test. Na zem pomocou farebnej lepiacej pásky sa vytvoril Y, tak ako je to znázornené na Obrázku 7. Presné parametre nalepenia pásky sú znázornené na Obrázku 8. Metakarpophalangeálny kĺb tretieho palca umiestnili na vyznačený stred Y, druhú ruku umiestnili pod ramena a zaujali pozíciou vzpor s nohami na šírku panvy (Obrázok 9). Následne proband druhou rukou posúval joga blok čo najďalej, do každého z troch smerov. Nesmelo pri posúvaní dôjsť k dotyku ruky, ktorá posúvala joga blok so zemou alebo k vychýleniu trupu kompenzačne na druhú stranu. Taktiež nesmelo dôjsť k odlepeniu chodidiel so zeme či k zmene pozície nôh počas testovania. Proband musel byť schopný nielen odsunúť joga blok čo najďalej, ale sa aj z každej pozície vrátiť do tej pôvodnej. Probandi najskôr testovali pravú ruku v opore a následne ľavú. Vždy disponovali dva pokusmi, medzi ktorými bolo jedna minúty pauza. Pri jednotlivých pokusoch postupovali od smeru A (Obrázok 10) po B (Obrázok 11) a na koniec po C (Obrázok 12). Body ABC boli zakreslené vždy z pohľadu probanda podľa toho, na ktorú pažu práve test vykonával (Obrázok 7 a 8) . Do štatistickej analýzy bol zahrnutý najlepší zaznamenaný pokus probanda.

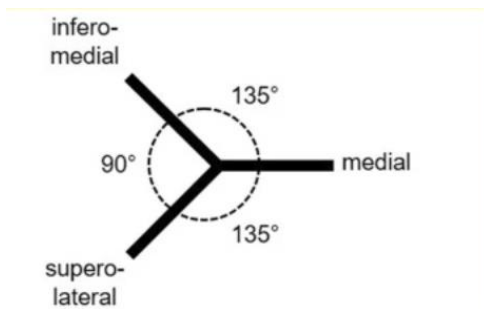
#### Obrázok 7

*Y test upper extremity (Archív autorky)*



**Obrázok 8:**

*Uhly pre Y test. Prebraté z (Schwartz et al., 2020)*



**Obrázok 9**

*Y-test východzia pozícia (Archív autorky)*



**Obrázok 10**

*Y test vzdialenosť A (Archív autorky)*



**Obrázok 11**

*Y test vzdialenosť B (Archív autorky)*



## Obrázok 12

*Y test vzdialenosť C (Archív autorky)*



### 3.5.5 Protokol merania sily

Ručný dynamometer (Lafayette manual muscle test system), ktorý bol použitý pri meraní, je majetkom FTK UP v Olomouci a má všetky príslušné certifikácie. Vyšetrujúci bol zaškolený, čo sa týka správnej manipulácie s ručným dynamometrom.

Pred samotným zahájením merania bolo probandom ukázané správne prevedenie. Na hlavnú chybu, na ktorú boli probandi upozornení bola elevácia RAK počas merania. V prípade výskytu tejto chyby bol pokus anulovaný a vykonaný znova.

Proband zaujal pozíciu v ľahu na bruchu tak, aby vyšetovaná končatina bola v 90° abdukcii v RAK a v 90° FX v LOK v pronačnom postavení. Vyšetovaná končatina spočívala pažnou kosťou na lehátku a predlaktie smerovalo kolmo k zemi s prstami a zápästím v predĺžení predlaktia. Hlava bola otočená smerom k vyšetovanej končatine a nevyšetovaná končatina bola položená vedľa tela na lehátku.

Terapeut uchopil dynamometer a priložil ho k vyšetovanej paži probanda tak, ako je ukázané na Obrázku 13. Následne proband vykonal izometricky tlak proti dynamometru smerom do kraulového záberu (do vnútornej rotácie, Obrázok 13 a 14) a nameraná hodnota bola zaznamenaná. Celkovo mali probandi tri pokusy, vždy najskôr na pravú a potom na ľavú ruku. Medzi jednotlivými pokusmi mal proband oddych 2 minúty. Do štatistickej analýzy bol zahrnutý najhodnotnejší pokus.



### Obrázok 13

*Priloženie dynamometru (Archív autorky)*



### Obrázok 14

*Priloženie dynamometru 2 (Archív autorky)*



### **3.5.6 Protokol merania statostézie**

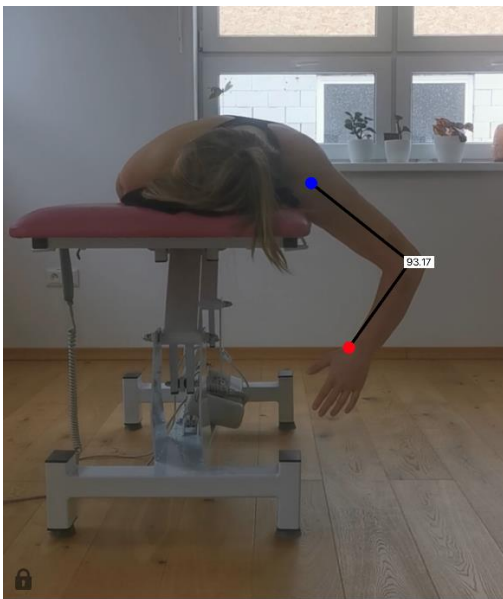
Proband zaujal miesto na bruchu na lehátku. Hlava bola otočená od vyšetrovanej strany a vyšetrovaná končatina bola voľne spustená z lehátka. Pomocou goniometru a skladacieho metra bola plavcovi nastavená končatina do približne 45° uhla horizontálnej abdukcie a 90° – 100° flexie v LOK. Plavec mal za úlohu si zapamätať pozíciu končatiny, následne uvoľniť ruku do



vystretia smerom k podložke, počkať s uvoľnenou končatinou približne päť sekúnd a následne čo najpresnejšie zaujať pôvodnú pozíciu. Priebeh merania bol zaznamenaný pomocou videa, z ktorého boli následne zhotovené snímky z pozície paže pred a po uvoľnení. Jednotlivé uhly končatiny boli zmerané pomocou aplikácie Angles, kde boli zaznamenané uhly tak, ako je tomu na Obrázkoch 15 – 18. Do výsledkov boli zaznamenané rozdiely medzi pokusom pred a po.

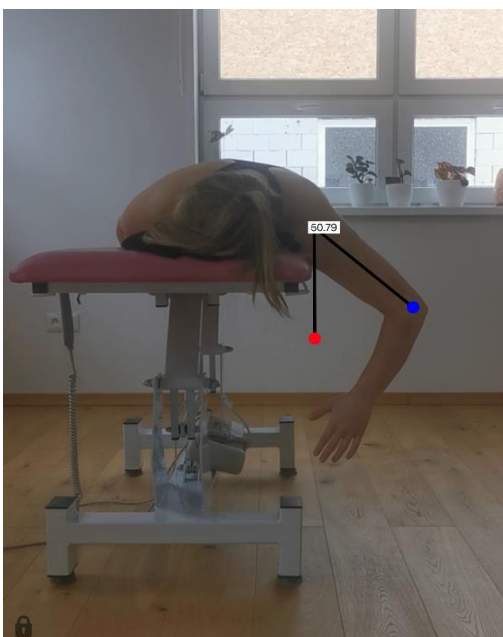
### Obrázok 15

*Pozícia LOK pred (Archív autorky)*



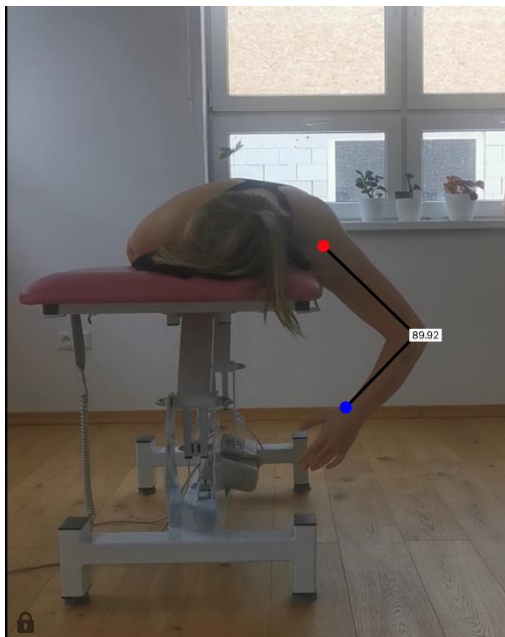
### Obrázok 16

*Pozícia RAK pred (Archív autorky)*



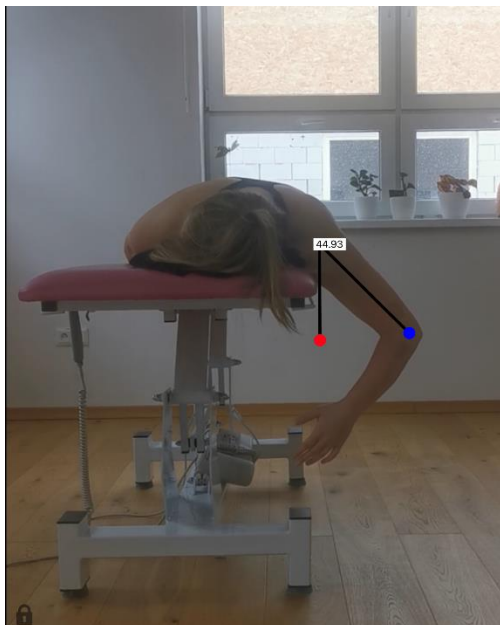
**Obrázok 17**

*Pozícia LOK po (Archív autorky)*



**Obrázok 18**

*Pozícia RAK po (Archív autorky)*



### 3.6 Štatistické spracovanie dát

Pre štatistické spracovanie bol použitý program Microsoft Excel MS Office 365 a RStudio verzia 1.1.463 (R Core Team, Vienna, Austria). K overeniu normality dát bol použitý Sharpiro-Wilkonov test normality, kde signifikantnosť bola stanovená na hodnotu 0,050. K popisu normálne rozložených dát bol použitý priemer a smerodatná odchýlka (SD) a k popisu nenormálne rozložených dát medián a medzikvartilové rozpätie (inter quartile range, IQR). K porovnaní dát medzi probandami s bolesťou a bez bolesti ramena bol použitý v prípade normálne distribuovaných dát T- test a rozdiel medzi skupinami bol kvantifikovaný ako rozdiel priemeru (mean difference, MD) s 95% konfidenčnými intervaly (CI). V prípade nie normálne distribuovaných dát bol pre porovnanie skupín využitý Wilcoxon test a rozdiel medzi skupinami bol kvantifikovaný pomocou Hodges-Lehmannov odhad rozdielu meduánov (H-LMD) s 95 % CI.

Effect size s CI bola vypočítaná pomocou Hedge's g testu pre normálne rozložené dáta a pomocou Wilcoxonovho r pre nenormálne rozložené dáta. Interpretácia effect size bola na základe týchto limitov 0,1,0,3 a 0,5 pre malý, stredný, veľký efekt. Hladina štatistickej významnosti p bola určená na 0,050 pre všetky testy.

## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 Charakteristika výskumného súboru

Výskumu sa zúčastnilo 22 probandov vo veku 15 – 22 rokov. Z celkového počtu bolo 45,45% žien (n=10) a 54,54% mužov (n=12). Bližšia charakteristika v Tabuľke 1.

Bolesť ramena udávalo 86,36% (n=19). Probandi boli rozdelení do štyroch skupín:

- Plavci s bolesťou ramena na dominantnej strane.
- Plavci bez bolesti ramena na dominantnej strane.
- Plavci s bolesťou ramena na nedominantnej strane.
- Plavci bez bolesti ramena na nedominantnej strane.

Bez bolesti dominantného ramena bolo 27,27 % probandov (n=6). S bolesťou dominantného ramena bolo 72,73 % probandov (n=16). Bez bolesti ramena na nedominantnej strane bolo 31,81 % probandov (n=7). S bolesťou na nedominantnej strane bolo 68,18% (n=15).

#### Tabuľka 1

Charakteristika výskumného súboru

	Váha( kg)	Výška ( cm)	BMI (kg/ m <sup>2</sup> )	P Dĺžka celá (cm)	P Dĺžka AP R (cm)	P Dĺžka AL E (cm)	Ľ Dĺžka celá (cm)	Ľ Dĺžka AP R (cm)	Ľ Dĺžka AL E (cm)
Priemer	66,60	178,93	20,80	79,34	60,14	34,98	79,70	60,45	34,48
SD	6,61	6,44	1,77	4,23	2,85	1,47	3,86	2,96	1,66

Skratky: BMI (body mass index), P (pravá), Ľ (ľavá), APR (vzdialenosť akromión až proc. Styloideus radii), ALE ( vzdialenosť akromión až laterálny epicondyl humeru)

Priemerne probandi súťažne plávajú 7 rokov ( $\pm 2,33$ ), pričom najmenší počet súťažného plávania bol 3 a najviac 14 rokov. 52,17 % mali hlavný štýl kraul, 17,39 % za svoj hlavný štýl uviedli prsia, 17,39 % znak a 13,04 % motýlik 60 % probandov (n=14) plávajú krátke trate, u ostatných prevažujú skôr dlhé trate. 73,91 % (n=17) plavcov uvádza počet hodín tréningu vo vode 11 –15krát za týždeň, 13,04 % (n=3) pláva 6 –10 hodín týždenne a 13,04 % (n=3) 16 a viac hodín za týždeň. 34,78 % (n=8) probandov pláva 41 –50km ta týždeň, 30,43 % (n=7) pláva 31 –

40 km za týždeň 30,43 % (n=7) pláva 21-30 km a jeden proband uviedol počet km za týždeň 51 a viac. K naplávanému objemu 47,82 % (n=11) absolvuje týždenne 1 –2 hodiny suchej prípravy, 39,13 % (n=9) má týždenne 3 –4 hodiny suchej prípravy a po jeden proband uvádza 5 a viac hodín suchého tréningu a u jedného probanda suchá príprava absentuje úplne. U 73,91 % (n=17) probandov v suchej príprave prevažuje cvičenie s vlastnou váhou, 17,39 % (n=4) v rámci suchej prípravy absolvuje cvičenie v posilňovni a jeden proband v rámci suchej prípravy behá a jeden uvádza, že sa venuje niečomu inému. Len sedem probandov (31,82 %) absolvuje pravidelne počas tréningového procesu kompenzačné cvičenia zamerané na oblasť ramena.

## 4.2 Výsledky k hypotéze H<sub>01</sub>

**H<sub>01</sub>** Bolesť ramenného kĺbu bude rovnako častá na dominantnej a nedominantnej strane.

### Tabuľka 2

*Porovnanie výskytu bolesti u plavcov na dominantnej strane a nedominantnej strane.*

Skupina	Počet	Muži	Ženy
Plavci s bolesťou DRAK	16	10	6
Plavci bez bolesti DRAK	6	2	4
Plavci s bolesťou NRAK	15	8	7
Plavci bez bolesti NRAK	7	4	3
Pravák	21	11	10
Ľavák	1	1	0

Počet plavcov s bolesťou na dominantnej strane a na nedominantnej strane bol podobný (Tabuľka 2). H<sub>01</sub> bola potvrdená.

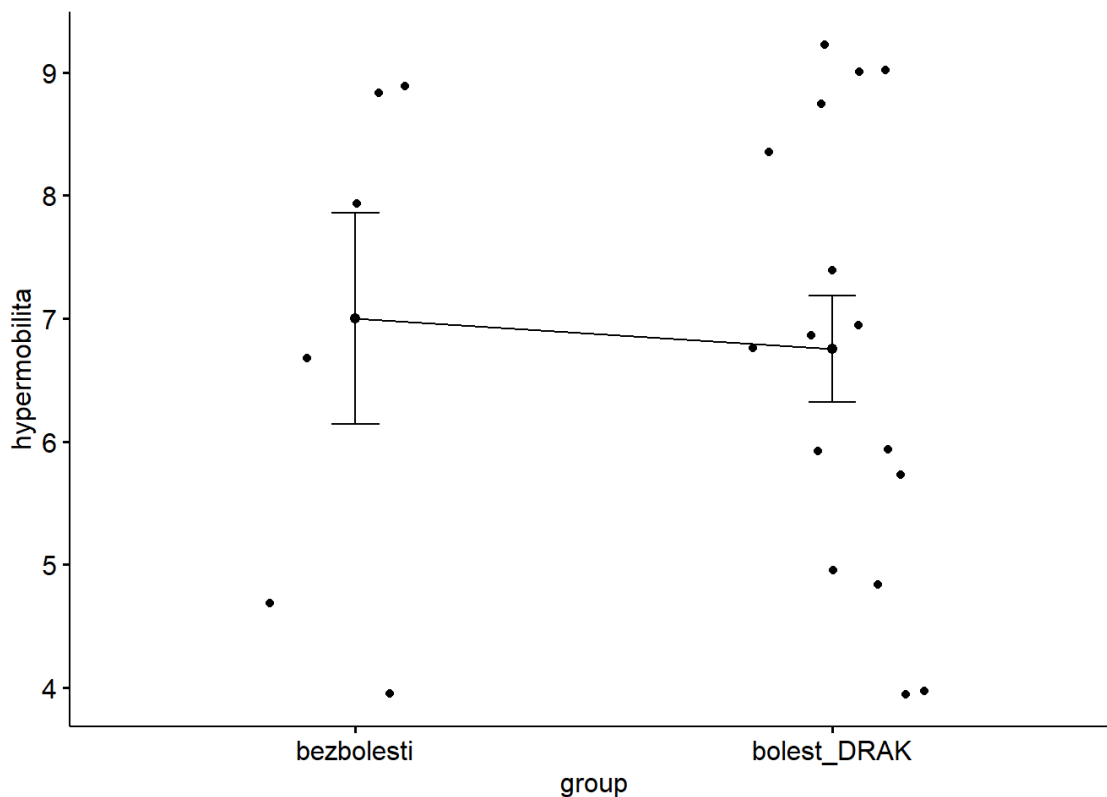
## 4.3 Výsledky k hypotéze H<sub>02</sub>

**H<sub>02</sub>**: Plavci s bolesťou dominantného RAK dosiahnu rovnaké skóre v teste hypermobility ako plavci bez bolesti dominantného RAK.

Podľa Sharpiro-Wilkovova testu dáta neboli normálne rozložené. Výsledky hypermobility podľa Beighton scóre jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 19. Nebol signifikantný rozdiel ( $p=0,764$ ) v hypermobilitate medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola malá (Tabuľka 3). H<sub>02</sub> bola potvrdená.

**Obrázok 19**

Skóre hypermobility plavcov bez bolesti a s bolesťou dominantného ramenného kĺbu (DRAK)



**Tabuľka 3**

Porovnanie hypermobility medzi plavcami s bolesťou a plavcami bez bolesti dominantného ramena.

Skupina	Počet	Medián	IQR	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou DRAK	16	7,0	2,5	0,764	0,0	0,1
Plavci bez bolesti DRAK	6	7,5	3,25		[-2,0 až 2,0]	[0,0 až 0,5]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, IQR – mezikvartilový rozdiel, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

#### 4.4 Výsledky k hypotéze H<sub>03</sub>

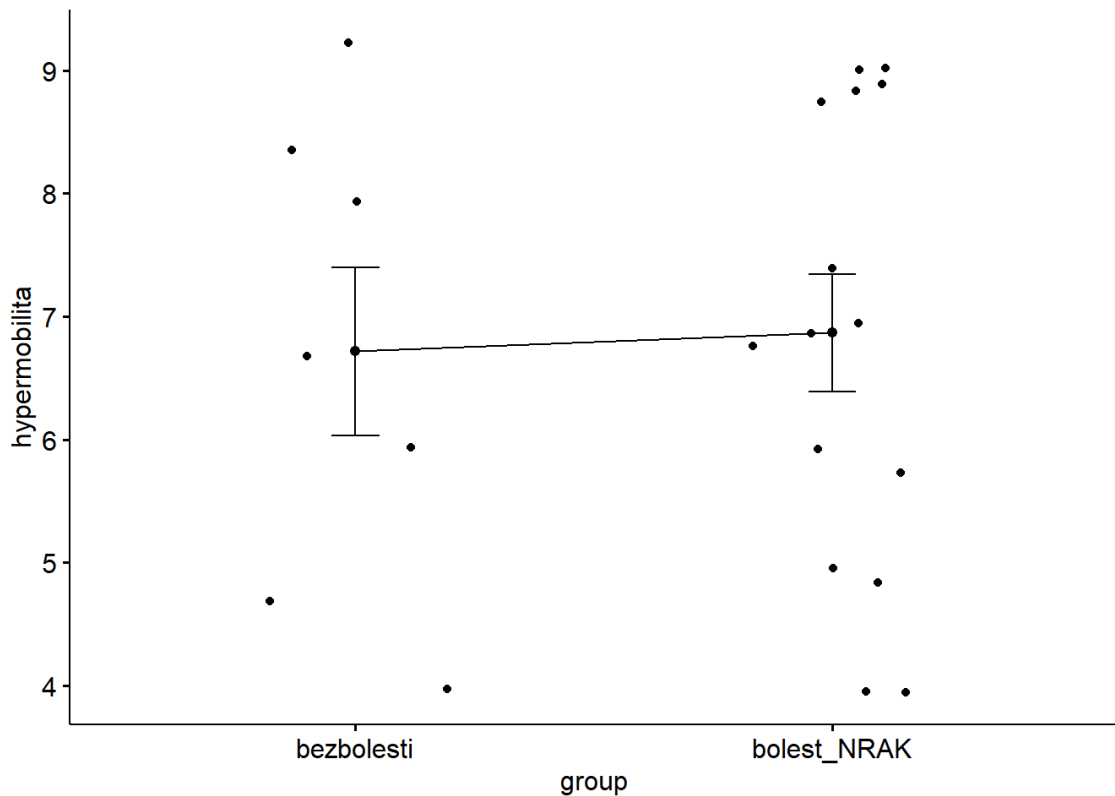
**H<sub>03</sub>:** Plavci s bolesťou nedominantného RAK dosiahnu rovnaké skóre v teste hypermobility ako plavci bez bolesti nedominantného RAK.

Podľa Sharpiro-Wilkovova testu dáta neboli normálne rozložené. Výsledky hypermobility podľa beighton skóre jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 20. Nebol významný

rozdiel ( $p=0,857$ ) v hypermobilitate medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola malá (Tabuľka 4).  $H_3$  bola potvrdená.

#### Obrázok 20

Obrázok znázorňujúci rozloženie dát pri teste hypermobility na nedominantnom ramene u plavcov s bolesťou a bez bolesti.



#### Tabuľka 4

Porovnanie hypermobility medzi plavcami s bolesťou a plavcami bez bolesti nedominantného ramena.

Skupina	Počet	Medián	IQR	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou NRAK	15	7,0	3,5	0,857	0,0	0,05
Plavci bez bolesti NRAK	7	7,0	2,5		[-2,0 až 2,0]	[0,0 až 0,5]

NRAK – nedominantný ramenný kĺb, IQR – mezikvartilový rozdiel, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

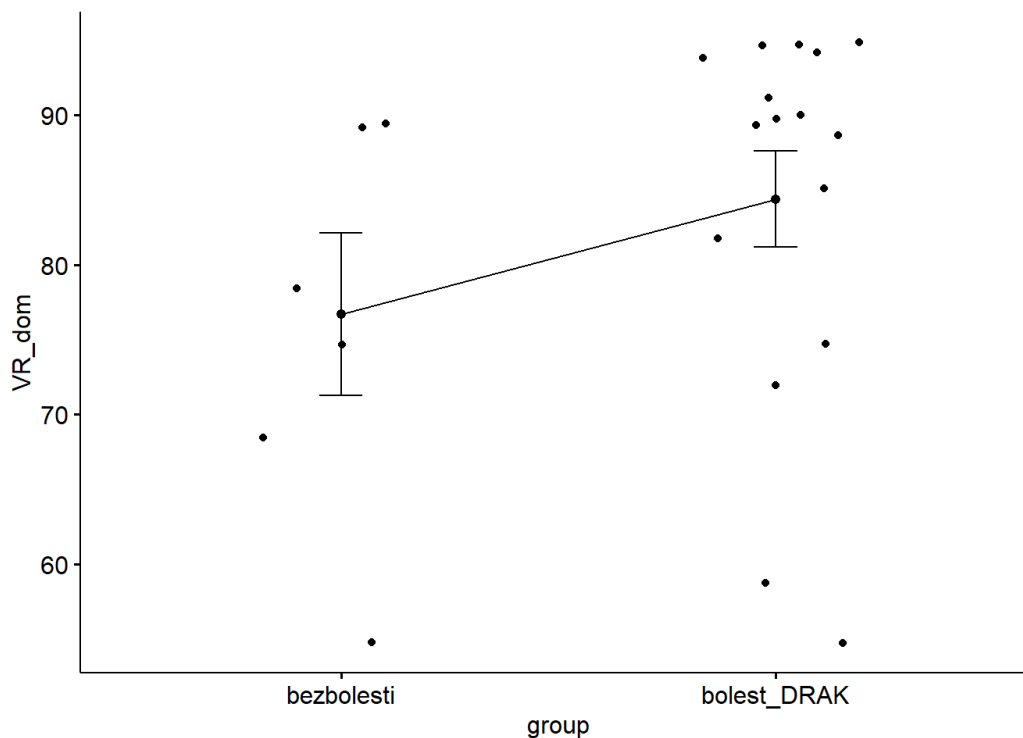
## 4.5 Výsledky k hypotéze H<sub>04</sub>

**H<sub>04</sub>:** Aktívny rozsah pohybu do vnútornej rotácie bude rovnaký u plavcov s bolesťou na dominantnej strane a bez bolesti na dominantnom ramennom kĺbe.

Podľa Shapiro-Wilkovova testu dáta neboli normálne rozložené. Výsledky rozsahu pohybu do vnútornej rotácie u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 21. Nebol významný rozdiel ( $p=0,141$ ) v rozsahu medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola malá (Tabuľka 5). H<sub>04</sub> bola potvrdená.

**Obrázok 21**

*Rozloženie dát pre rozsah pohybu do vnútornej rotácie na dominantnej strane.*



**Tabuľka 5**

*Porovnanie aktívneho rozsahu pohybu u plavcov s bolesťou a bez bolesti do vnútornej rotácie na dominantnom ramene.*

Skupina	Počet	Medián	IQR	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou DRAK	16	90,0	16,2	0,141	0,0	0,32
Plavci bez bolesti DRAK	6	77,5	16,2		[-2,0 až 3,97]	[0,0 až 0,6]



DRAK – dominantný ramenný kĺb, IQR – mezikvartilový rozdiel, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

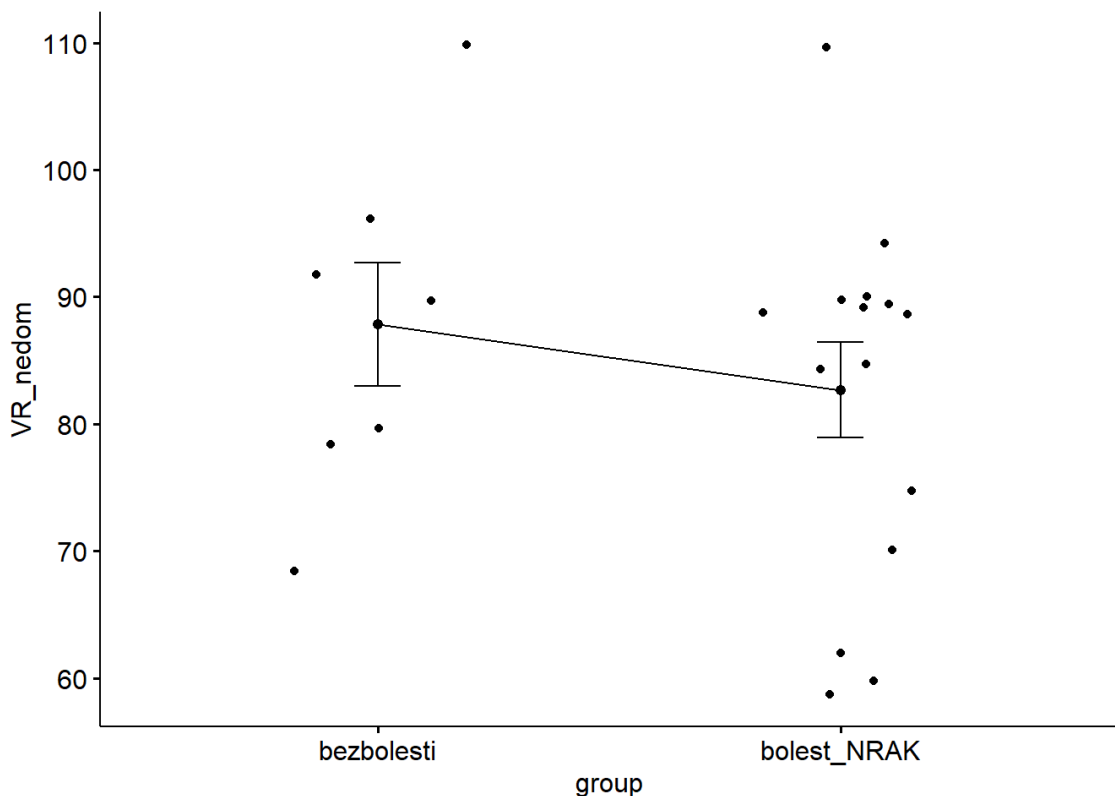
#### 4.6 Výsledky k hypotéze H<sub>05</sub>

**H<sub>05</sub>:** Aktívny rozsah pohybu do vnútornej rotácie bude rovnaký u plavcov s bolesťou na nedominantnej strane a bez bolesti na nedominantnom ramennom kĺbe.

Podľa Sharpiro-Wilkovova testu dáta neboli normálne rozložené. Výsledky rozsahu pohybu do vnútornej rotácie u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 22. Nebol signifikantný rozdiel ( $p=0,538$ ) v hypermobilitate medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola malá (Tabuľka 6). H<sub>05</sub> bola potvrdená.

#### Obrázok 22

*Rozloženie dát pre rozsah pohybu do vnútornej rotácie na nedominantnej strane.*



## Tabuľka 6

*Porovnanie aktívneho rozsahu pohybu u plavcov s bolesťou a bez bolesti do vnútornej rotácie na nedominantnom ramene.*

Skupina	Počet	Medián	IQR	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou NRAK	15	90	17,5	0,538	0,0	0,14
Plavci bez bolesti NRAK	7	90	12,5		[-10,0 až 20,0]	[0,0 až 0,5]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, IQR – mezikvartilový rozdiel, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

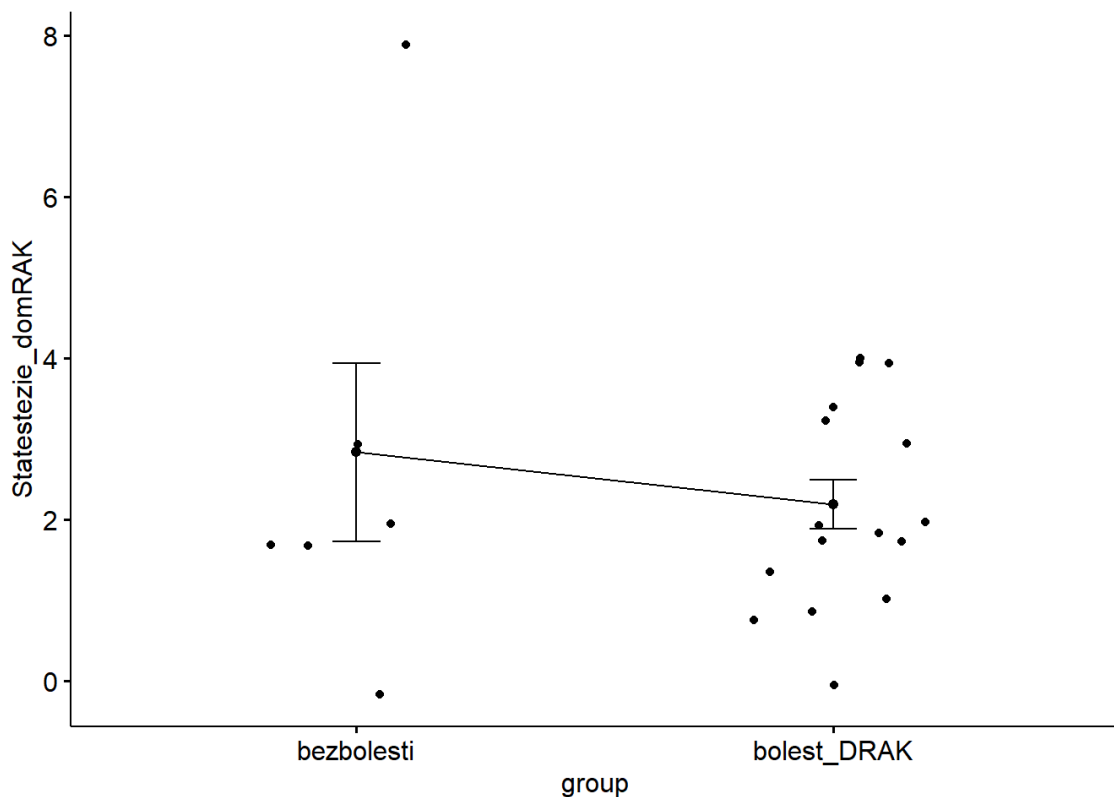
## 4.7 Výsledky k hypotéze H<sub>06</sub>

**H<sub>06</sub>:** Statestézia v ramennom kĺbe bude rovnaká u plavcov s bolestivým ramenom na dominantnej strane a u plavcov bez bolesti na dominantnej strane.

Podľa Shapiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky statestézie v ramennom kĺbe u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 23. Nebol signifikantný rozdiel ( $p=0,595$ ) v statestézii v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola malá (Tabuľka 5). H<sub>06</sub> bola potvrdená.

### Obrátok 23

Rozloženie dát pre statestéziu v ramene na dominantnej strane.



### Tabuľka 7

Porovnanie statestézie v ramennom kĺbe na dominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou DRAK	16	2,19	1,22	0,595	0,0	0,36
Plavci bez bolesti DRAK	6	2,83	2,71		[-2,19 až 3,48]	[-0,6 až 1,3]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

## 4.8 Výsledky k hypotéze H<sub>07</sub>

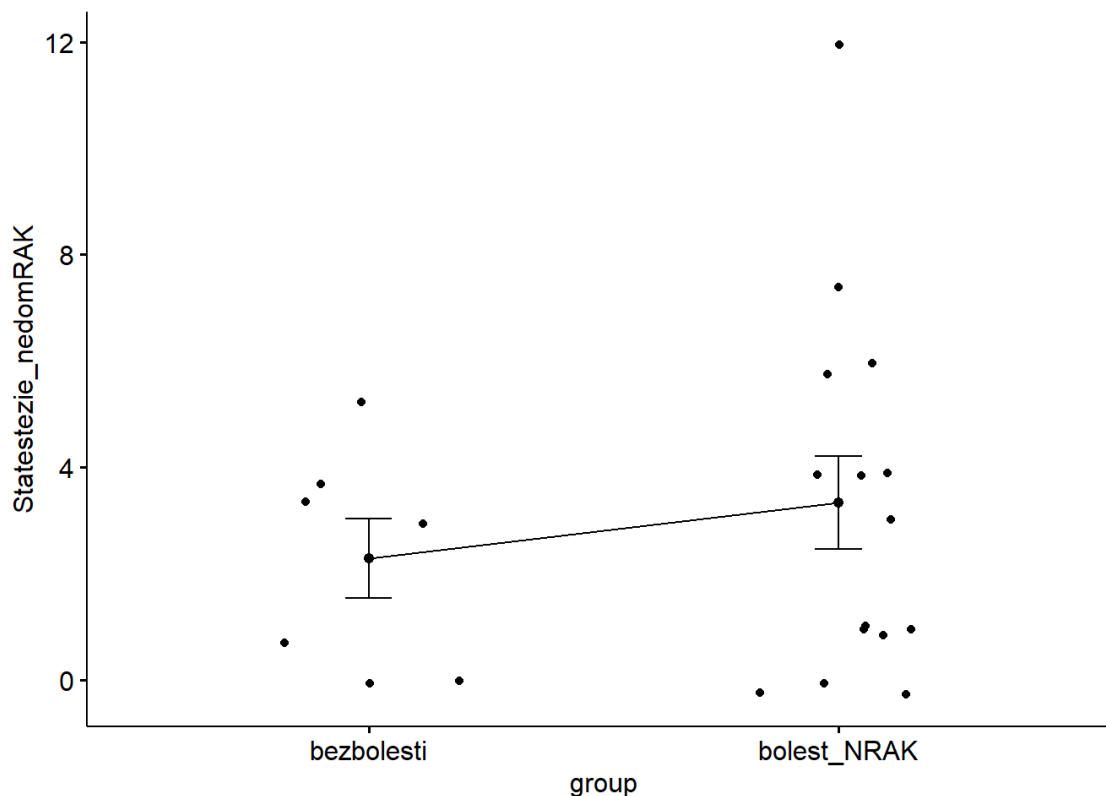
**H<sub>07</sub>:** Statestézia v ramennom kĺbe bude rovnaká u plavcov s bolestivým ramenom na nedominantnej strane a u plavcov bez bolesti na nedominantnej strane.

Podľa Sharpiro-Wilkovova testu dáta neboli normálne rozložené. Výsledky statestézie v ramennom kĺbe u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 24. Nebol významný rozdiel ( $p=0,543$ ) v statestézii v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti

dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola malá (Tabuľka 8).  $H_07$  bola potvrdená.

#### Obrázok 24

Rozloženie dát pre statestéziu v ramene na nedominantnej strane.



#### Tabuľka 8

Porovnanie statestézie v ramennom kĺbe na nedominantnej strane.

Skupina	Počet	Medián	IQR	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou NRAK	15	3,0	4,0	0,543	0,0	0,14
Plavci bez bolesti NRAK	7	3,0	3,0		[-3,0 až 2,0]	[0,0 až 0,5]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, IQR – mezikvartilový rozdiel, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

#### 4.9 Výsledky k hypotéze $H_08$

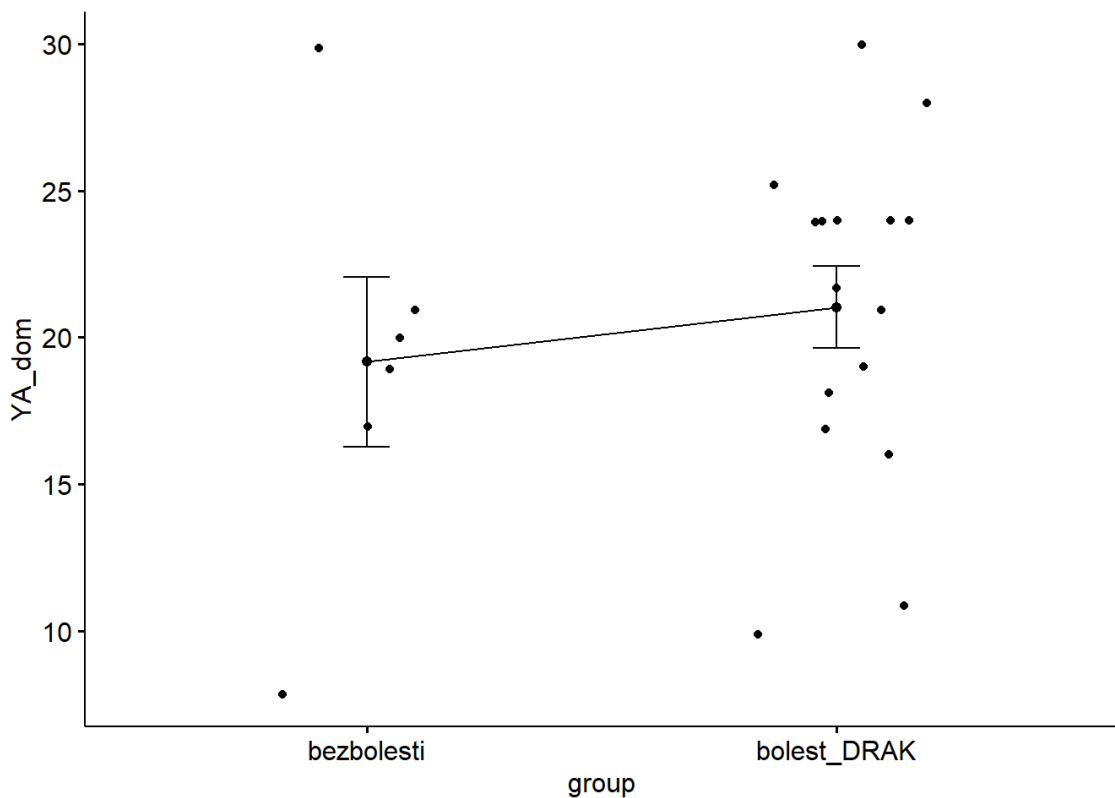
$H_08$ : Stabilita ramenného kĺbu bude rovnaká u plavcov s bolesťou na dominantnej strane a bez bolesti ramenného kĺbu na dominantnej strane.

Smer A

Podľa Shapiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky stability v ramennom kĺbe do smeru A u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 25. Nebol signifikantný rozdiel ( $p=0,578$ ) v stabilite v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola malá (Tabuľka 9).  $H_0$  bola potvrdená.

### Obrázok 25

Rozloženie dát pre stabilitu v smere A v ramene na dominantnej strane.



### Tabuľka 9

Porovnanie stability do smeru A na dominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou DRAK	16	21,0	5,58	0,578	0,0	-0,3
Plavci bez bolesti DRAK	6	19,2	7,08		[-9,36 až 5,63]	[-1,2 až 0,6]

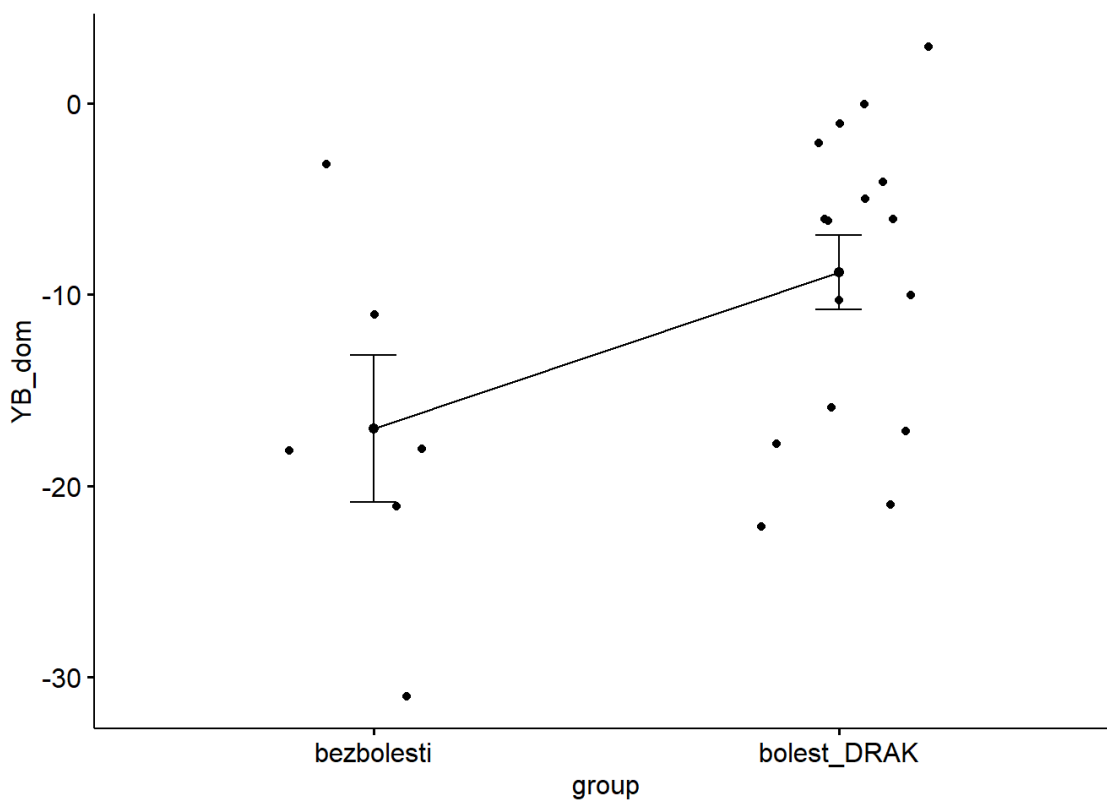
DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

### Smer B

Podľa Sharpiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky stability v ramennom kĺbe do smeru B u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 26. Nebol významný rozdiel ( $p=0,097$ ) v stabilite v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola veľká (Tabuľka 10).  $H_0$  bola potvrdená.

### Obrázok 26

Rozloženie dát pre stabilitu v smere B v ramene na dominantnej strane.



### Tabuľka 10

Porovnanie stability do smeru B na dominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou DRAK	16	-8,84	7,81	0,097	0,0	-0,95
Plavci bez bolesti DRAK	6	-17,0	9,44		[-18,19 až 1,87]	[-1,9 až 0,0]

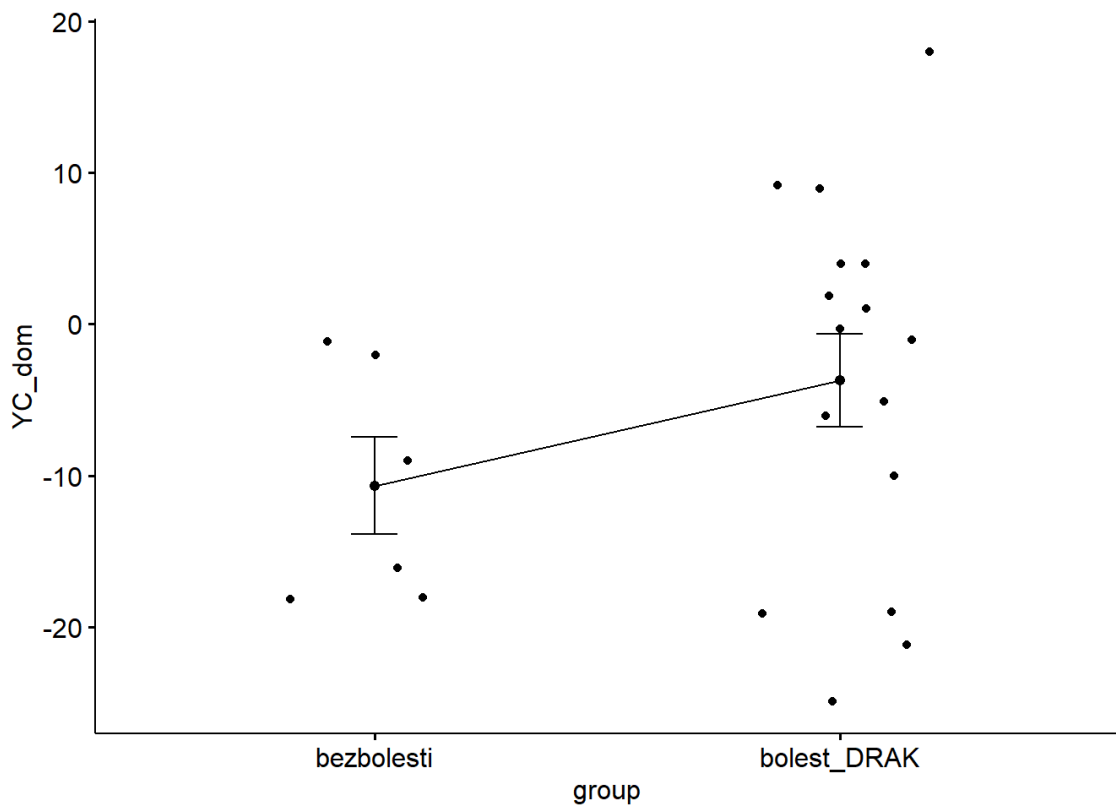
DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

### Smer C

Podľa Shapiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky stability v ramennom kĺbe do smeru C u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 27. Nebol signifikantný rozdiel ( $p=0,139$ ) v stabilite v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola veľká (Tabuľka 11).  $H_0$  bola potvrdená.

### Obrázok 27

Rozloženie dát pre stabilitu v smere C v ramene na dominantnej strane.



### Tabuľka 11

Porovnanie stability do smeru C na dominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou DRAK	16	-3,72	12,3	0,139	0,0	-0,59
Plavci bez bolesti DRAK	6	-10,7	7,84		[-16,43 až 1,2,53]	[-1,5 až 0,3]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

## 4.10 Výsledky k hypotéze H<sub>09</sub>

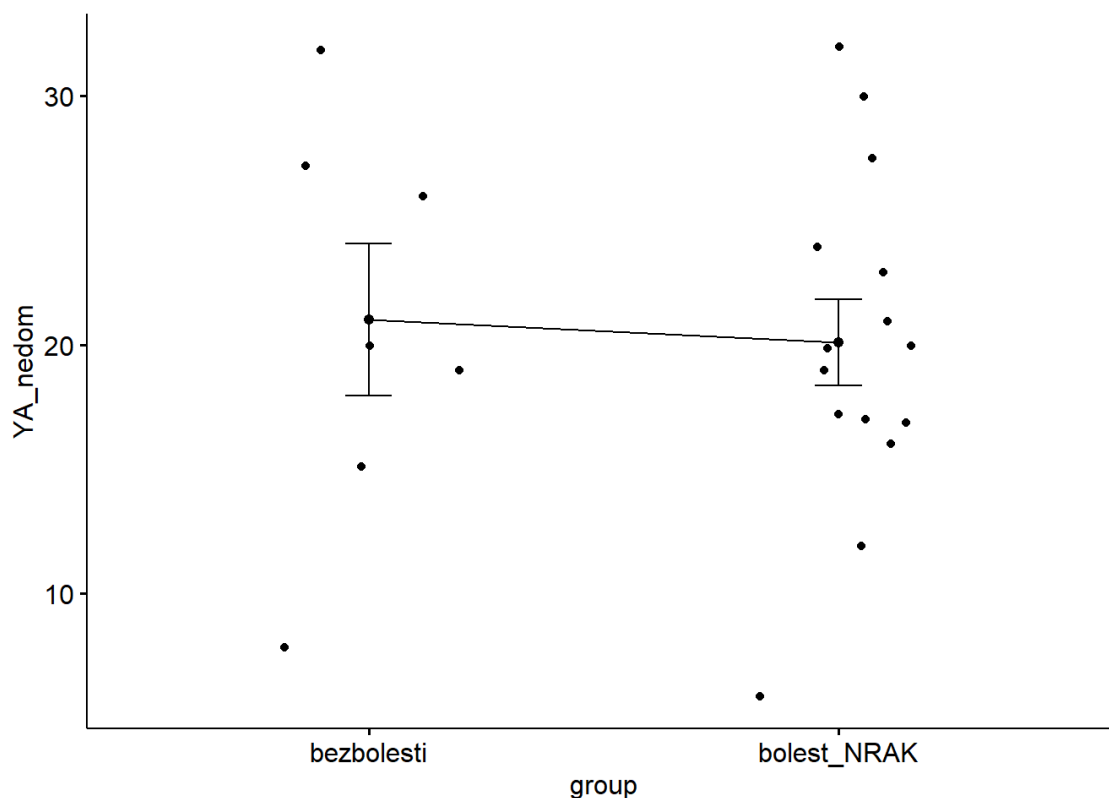
**H<sub>09</sub>:** Stabilita ramenného kĺbu bude rovnaká u plavcov s bolesťou na nedominantnej strane a bez bolesti ramenného kĺbu na nedominantnej strane.

### Smer A

Podľa Shapiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky stability v ramennom kĺbe do smeru A u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 28. Nebol významný rozdiel ( $p=0,803$ ) v stabilite v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola veľmi malá (Tabuľka 12). H<sub>09</sub> bola potvrdená.

### Obrázok 28

Rozloženie dát pre stabilitu v smere A v ramene na nedominantnej strane.



**Tabuľka 12**

Porovnanie stability do smeru A na nedominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou NRAK	15	20,1	6,71	0,803	0,0	0,12
Plavci bez bolesti NRAK	7	21,0	8,08		[-6,92 až 8,72]	[-0,7 až 1,00]



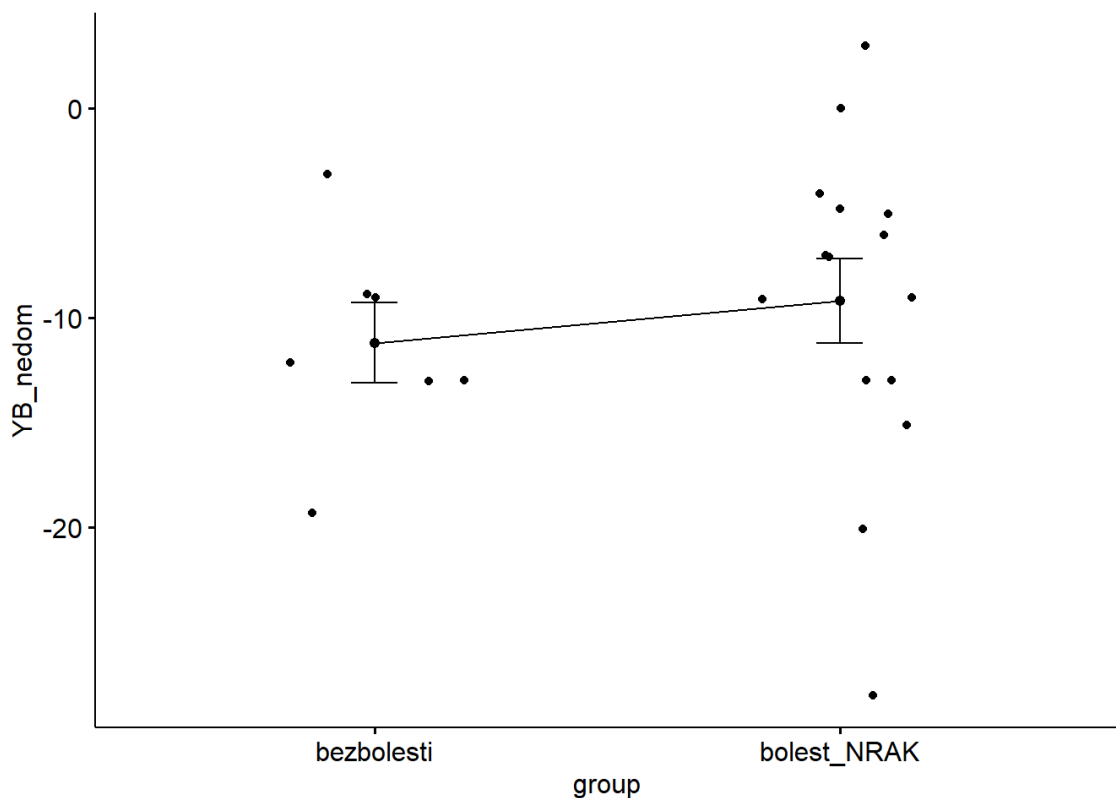
DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

### Smer B

Podľa Sharpiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky stability v ramennom kĺbe do smeru B u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 29. Nebol signifikantný rozdiel ( $p=0,477$ ) v stabilite v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola malá (Tabuľka13).  $H_0$  bola potvrdená.

### Obrázok 29

Rozloženie dát pre stabilitu v smere B v ramene na nedominantnej strane.



### Tabuľka 13

Porovnanie stability do smeru B na nedominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou NRAK	15	-9,2	7,78	0,477	0,0	-0,27
Plavci bez bolesti NRAK	7	-11,2	5,05		[-7,85 až 3,82]	[-1,1 až 0,6]

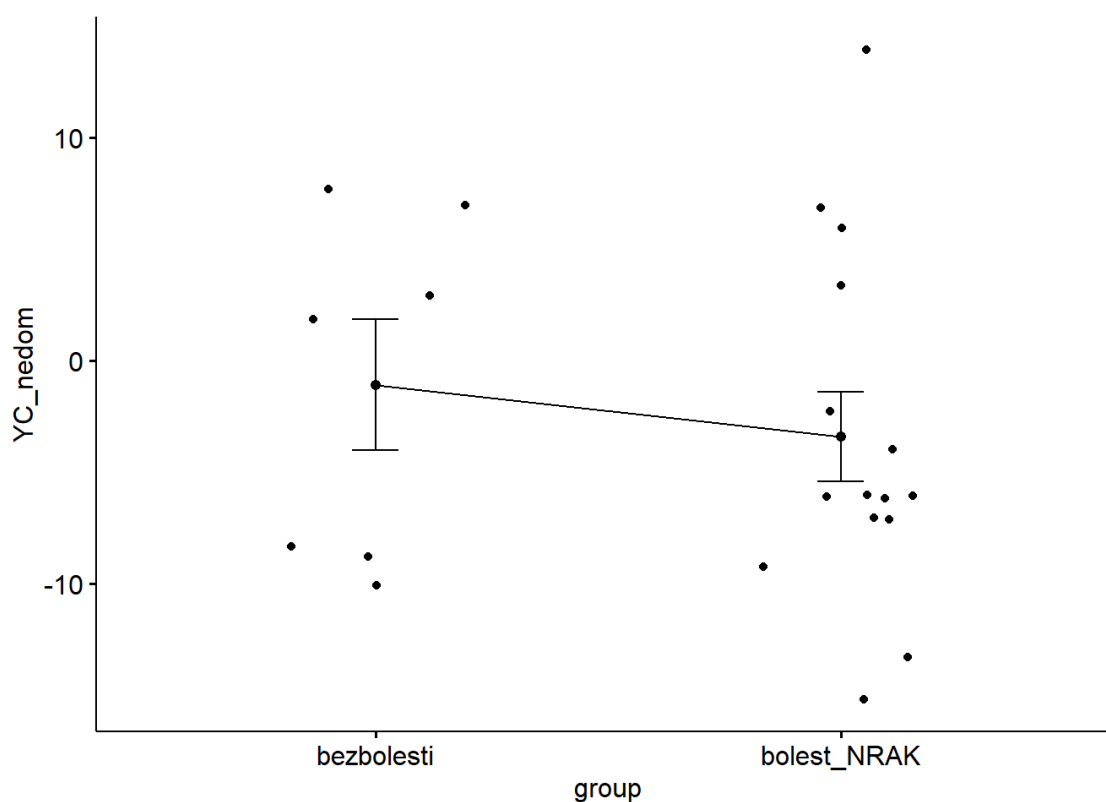
DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

### Smer C

Podľa Shapiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky stability v ramennom kĺbe do smeru C u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 30. Nebol významný rozdiel ( $p=0,525$ ) v stabilite v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola malá (Tabuľka 14).  $H_0$  bola potvrdená.

### Obrázok 30

Rozloženie dát pre stabilitu v smere C v ramene na nedominantnej strane.



### Tabuľka 14

Porovnanie stability do smeru C na nedominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou NRAK	15	-3,4	7,81	0,525	0,0	0,29
Plavci bez bolesti NRAK	7	-1,07	7,76		[-5,43 až 10,09]	[-0,6 až 1,2]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

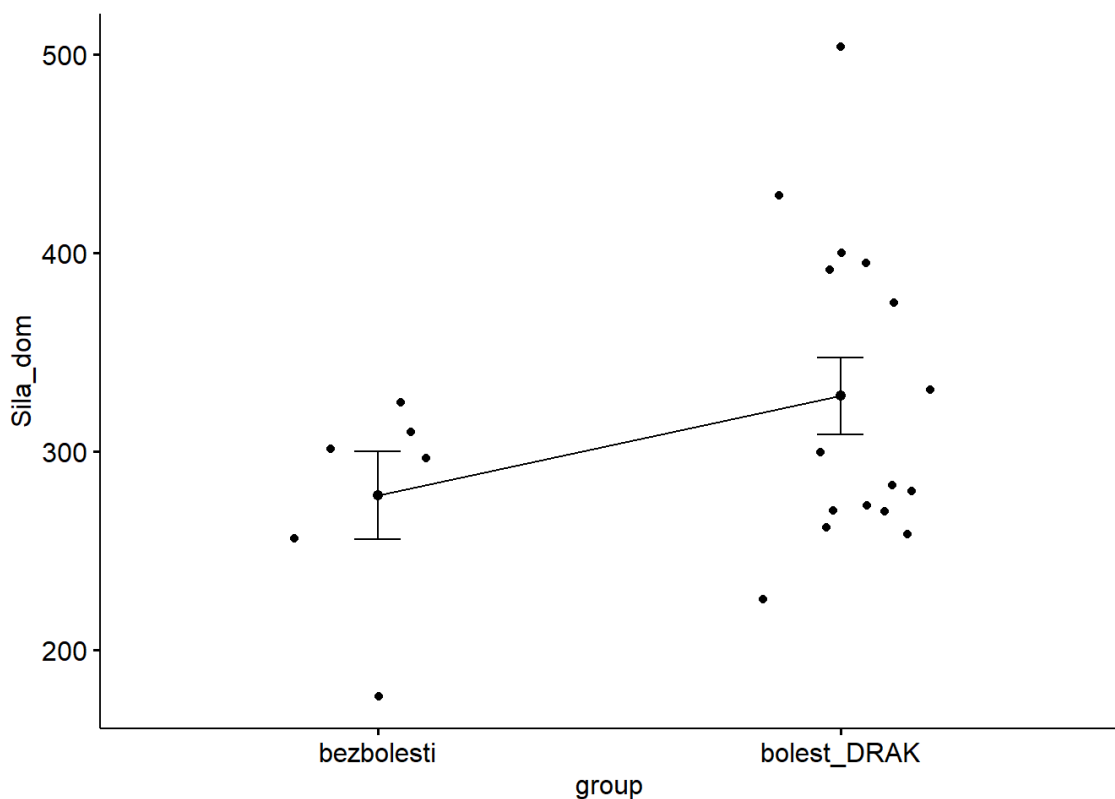
#### 4.11 Výsledky k hypotéze H<sub>0</sub>10

**H<sub>0</sub>10:** Svalová sila ramenného pletenca bude rovnaká u plavcov s bolesťou na dominantnej strane a bez bolesti v ramennom kĺbe na dominantnej strane.

Podľa Sharpiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky svalovej sily v ramennom kĺbe u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 31. Nebol významný rozdiel ( $p=0,147$ ) v stabilite v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola stredná (Tabuľka 15). H<sub>0</sub>10 bola potvrdená.

#### Obrázok 31

Zobrazenie dát svalovej sily na dominantnom ramene.



## Tabuľka 15

Porovnanie stability do smeru C na nedominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou DRAK	16	328	77,9	0,115	0,0	-0,66
Plavci bez bolesti DRAK	6	278	54,4		[-113,74 až 13,86]	[-1,6 až 0,3]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

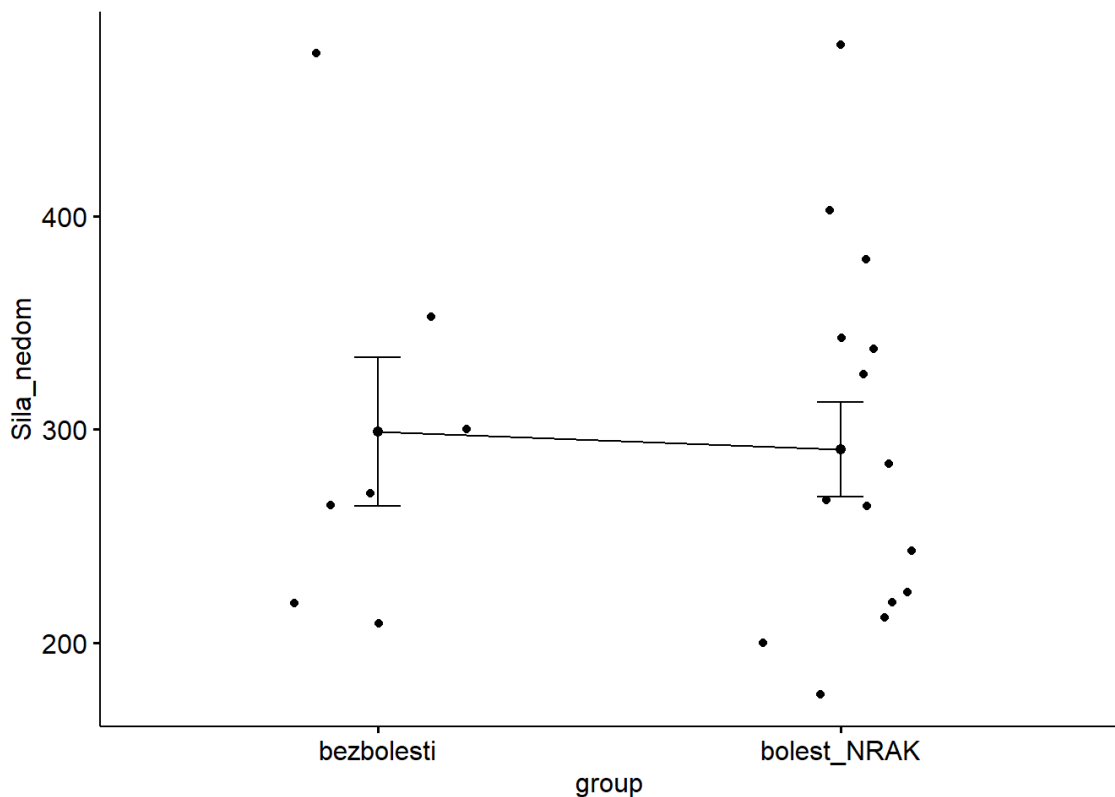
### 4.12 Výsledky k hypotéze H<sub>011</sub>

**H<sub>011</sub>:** Svalová sila ramenného pletenca bude rovnaká u plavcov s bolesťou na nedominantnej strane a bez bolesti v ramennom kĺbe na nedominantnej strane.

Podľa Sharpiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky svalovej sily v ramennom kĺbe u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 32. Nebol významný rozdiel ( $p=0,845$ ) v svalovej sile v ramennom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola zanedbateľná (Tabuľka 16). H<sub>011</sub> bola potvrdená.

### Obrázok 33

Zobrazenie dát svalovej sily na nedominantnom ramene.



### Tabuľka 16

Porovnanie svalovej sily na nedominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou NRAK	15	291	85,9	0,845	0,0	0,09
Plavci bez bolesti NRAK	7	299	92		[-82,41 až 98,92]	[-0,8 až 1,0]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

### 4.13 Výsledky k hypotéze H<sub>012</sub>

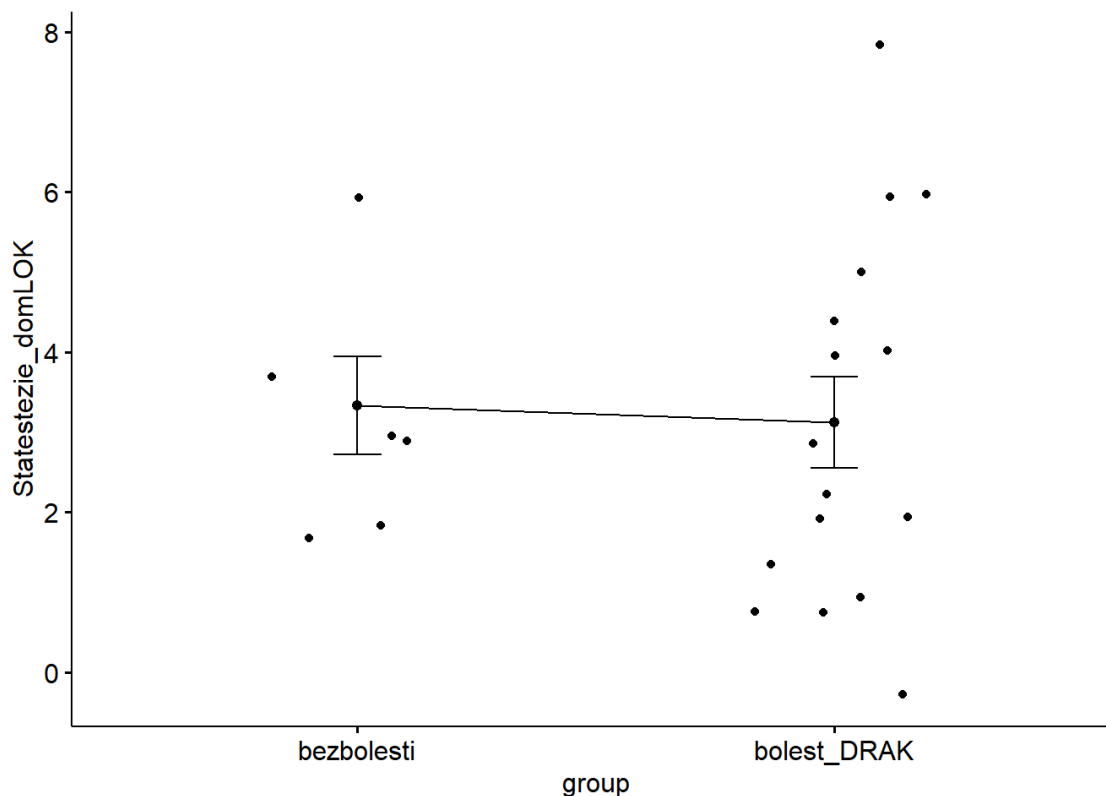
**H<sub>012</sub>:** Statestézia v lakťovom kĺbe bude rovnaká u plavcov s bolestivým ramenom na dominantnej strane a u plavcov bez bolesti na dominantnej strane.

Podľa Shapiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky svalovej statestézií v lakťovom kĺbe u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 34. Nebol signifikantný rozdiel ( $p=0,807$ ) v statestézii v lakťovom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez

bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola minimálna (Tabuľka 17).  $H_012$  bola potvrdená.

#### Obrázok 34

Zobrazenie dát statestézie v lakťovom kĺbe na dominantnej strane.



Tabuľka 17

Porovnanie statestézie v lakťovom kĺbe na dominantnej strane.

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou DRAK	16	3,12	2,28	0,807	0,0	0,1
Plavci bez bolesti DRAK	6	3,33	1,51		[-1,60 až 2,01]	[-0,8 až 1,0]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

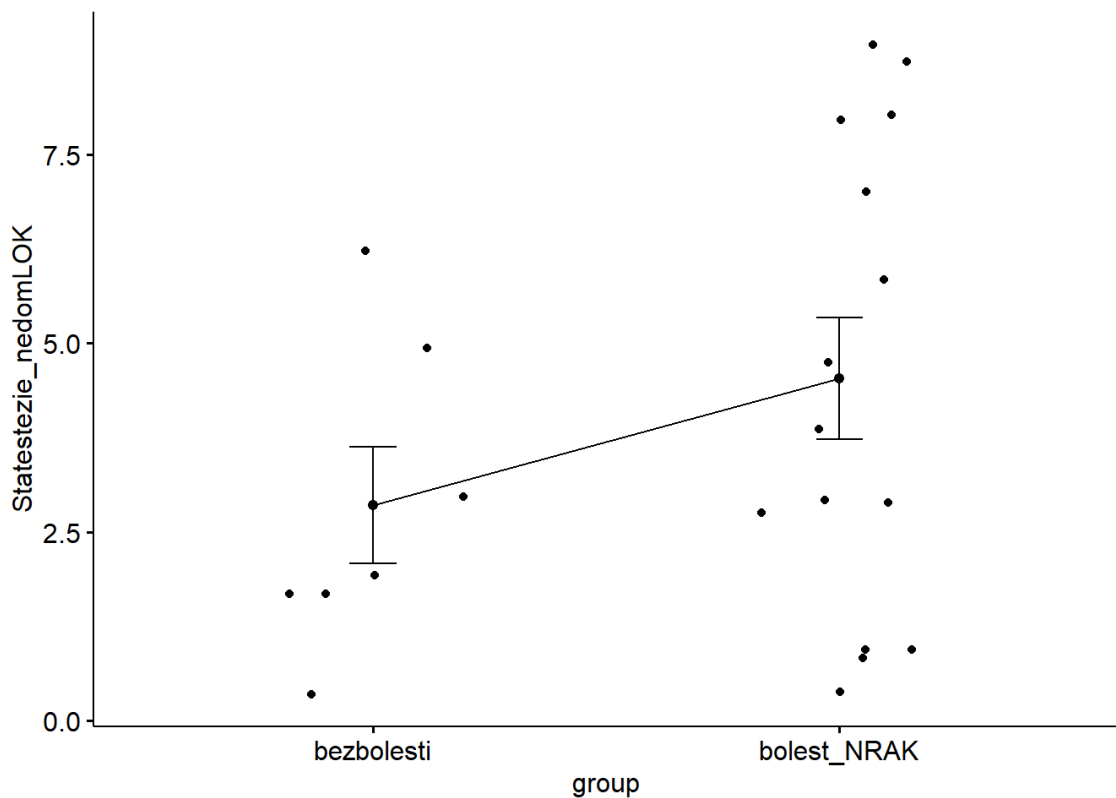
#### 4.14 Výsledky k hypotéze $H_013$

**$H_013$ :** Statestézia v lakťovom kĺbe bude rovnaká u plavcov s bolestivým ramenom na nedominantnej strane a u plavcov bez bolesti na nedominantnej strane.

Podľa Shapiro-Wilkovova testu dáta boli normálne rozložené. Výsledky svalovej statestézie v lakťovom kĺbe u jednotlivých probandov sú znázornené na Obrázku 35. Nebol signifikantný rozdiel ( $p=0,151$ ) v statestézii v lakťovom kĺbe medzi plavcami s bolesťou a bez bolesti dominantného ramenného kĺbu a effect size rozdielu medzi skupinami bola zanedbateľná (Tabuľka 18).  $H_0$ 13 bola potvrdená.

### Obrázok 35

Zobrazenie dát statestézie v lakťovom kĺbe na nedominantnej strane.



### Tabuľka 18

Porovnanie statestézie v lakťovom kĺbe na dominantnej strane

Skupina	Počet	Priemer	SD	p-vale	H-LMD [CI]	ES [CI]
Plavci s bolesťou NRAK	15	2,86	2,04	0,151	0,0	-0,57
Plavci bez bolesti NRAK	7	4,53	3,14		[-4,03 až 0,68]	[-1,4 až 0,3]

DRAK – dominantný ramenný kĺb, SD – smerodatná odchýlka, H-LMD – Hodges-Lehmannov odhad rozdielov mediánov, CI – 95% konfidenčné intervaly, ES – effect size.

#### 4.15 Výsledky k výskumnej otázke 1

**Výskumná otázka 1:** Aký terapeutický prístup volili plavci s bolesťou ramenného kĺbu najčastejšie, keď sa u nich vyskytla bolesť v RAK?

Z 23 probandov, ktorý vyplnili úvodný dotazník, 19 uviedlo prítomnosť bolesti v ramennom kĺbe. 43,48 % z nich uviedla dĺžku trvania bolesti niekoľko dní, 13,04 % uviedlo niekoľko týždňov a u ostatných bolestí pretrváva dlhodobo. Väčšina probandov svoj problém s ramenom riešila s fyzioterapeutom (52,17 %), 17,39 % ju riešila s len s trénerom a rovnaký počet svoju bolesť v ramene neriešilo s nikým. Žiadne obmedzenie v tréningu uviedlo 21,74 % probandov, len malé obmedzenie v tréningu uviedlo 34,78 %, s výrazným obmedzením mohlo plávať 13,04 % a 17,39 % mohlo plávať iba nohy.



## 5 DISKUSIA

Diplomová práca sa zaoberala témou porovnanie funkcie ramenného pletenca u plavcov s bolesťou a bez bolesti ramenného kĺbu. Do výskumu bolo zahrnutých 23 účastníkov štúdie, z toho 1 účastník bol zahrnutý len do teoretickej časti výskumu. Vekové rozpätie probandov sa pohybovalo v rozmedzí 15-22 rokov, pričom priemerný vek bol 16 rokov. Feijen et al. (2020) uvádza, že práve v tomto adolescentnom veku (15-17) rokov dochádza k najväčšiemu výskytu bolesti ramena u plavcov.

Plavecké rameno sa vyskytuje až u 19 % – 91 % plavcov (Feijen et al., 2020). K podobným výsledkom sme dospeli aj v rámci tejto diplomovej práce, kde 87 % probandov uviedlo výskyt bolesti. (Bailón-Cerezo et al., 2016) uvádza, že bolesť ramena sa častejšie vyskytuje na pravom ramene ako na ľavom. Toto tvrdenie potvrdzuje aj táto diplomová práca kde z 23 testovaných plavcov až 17 uvádza bolesť ramena na pravej strane a 15 plavcov na ľavej strane, vo výskumoch je však odporúčané deliť končatiny na dominantnú a nedominantnú, a tak sme sa aj my v rámci tejto diplomovej práce priklonili k tomuto rozdeleniu probandov do skupín.

### **Hypermobilita**

K problematike plaveckého ramena a funkcie ramenného pletenca plavcov sa venoval aj Hill L. et al. (2015) vo svojom systematic review. V rámci tohto systematic review bola skúmaná okrem iného kĺbna laxicita a instabilita, ktorá je častým fenoménom, ktorý môžeme u plavcov pozorovať. Zahrnutých bolo 6 štúdií, kde 3 z nich potvrdili asociáciu medzi kĺbnou laxicitou a nestabilitou a bolesťou ramena u plavcov a 3 štúdie túto asociáciu nepotvrdili. Prvej cross sectional study (McMaster et al., 1998) uvádza významnú koreláciu, ktorú podporuje taktiež štúdia vykonaná Tate et al. (2012) ktorá uvádza významnú súvislosť medzi bolesťou a vlastnou pocitovou instabilitou vo vekovej kategórii 12-19 rokov. Asociáciu potvrdzuje taktiež v rámci tohto systematic review aj Bansal et al., kde prednú instabilitu spája so vznikom impingementu u plavcov. V prípade viac smerovej instability ramena, charakteristická ako generalizovaná kĺbna laxicita sa však táto korelácia so vznikom impingementu nepotvrdila. K opačným výsledkom v rámci tohto systematic review dospeli 2 control case study a prospective study, ktoré jednoznačne nepotvrdili asociáciu medzi bolesťou ramena a kĺbnou laxicitou ramena. V súhrne štúdie naznačujú súvislosť medzi kĺbnou instabilitou, laxicitou a bolesťou, avšak výsledok je ovplyvnený nejednoznačným výsledkom medzi štúdiami ako aj kvalitou niektorých z nich a preto je v prípade tohto systematic review level of certainty výsledku stredný. V rámci tejto diplomovej práce bol k testovaniu generalizovanej kĺbnej laxicity použitá Beighton Scale, ktorá nepreukázala významný rozdiel medzi skupinami s bolesťou v ramennom kĺbe a bez bolesti ramenného kĺbu a to ako na dominantnej tak ja na nedominantnej strane. Beighton Scale však

rieši generalizovanú hypermobilitu a laxicitu ramenného kĺbu nebola v tejto diplomovej práci priamo špecificky vyšetrená. Z tohto dôvodu nemôže byť jej súvislosť s bolesťou jednoznačne potvrdená ani vyvrátená.

### **Vnútoraná rotácia**

Ďalším rizikovým faktorom spájaným s bolesťou v ramennom kĺbe je rozsah do vnútornej a vonkajšej rotácie v ramennom kĺbe. V rámci systematic review (Hill et al., 2015) 3 štúdie potvrdili súvislosť medzi rozsahom rotácii a bolesťou v ramene. Walker et al. (2020) potvrdil, že znížený rozsah do vnútornej rotácie a zvýšený do vonkajšej rotácie je spájaný s bolesťou v ramene. U ďalších 3 štúdií sa táto súvislosť nepotvrdila. Výsledky štúdií zaradených do systematic review sú limitované veľkosťou skúmanej vzorky ako aj kvalitou niektorých štúdií. V tejto diplomovej práci sme skúmali rozsah pohybu do vnútornej rotácie, no výsledky nepotvrdili signifikantný rozdiel u plavcov s bolesťou a bez bolesti. Effect size pre dominantnú stranu bola stredná a pre nedominantnú stranu bola malá. Priemerný aktívny rozsah plavcov do vonkajšej rotácie bol 94,5° čo sa v porovnaní s hodnotami normy podľa Jandu & Pavla (1993) pohybuje na jeho hornej hranici (norma 55° – 95°). Hodnoty pre vnútornú rotáciu u probandov boli v priemere 82,5° čo zodpovedá normálnym hodnotám (45° – 90°) podľa Janda & Pavlu (1993).

### **Stabilita**

Napriek tomu, že počas plávania sa vykonávajú prevažne pohyby v otvorenom kinematickom reťazci je vhodné v rámci ramenného kĺbu otestovať taktiež stabilitu v uzavretom kinematickom reťazci. V štúdií z roku 2017 Bullock et al. nepotvrdili štatisticky významné rozdiely v Upper Limb Y balance teste pre testovanie stability ramenného kĺbu u plavcov na rôznych leveloch súťaženia ani medzi pohlaviami (Bullock et al., 2017). V rámci tejto diplomovej práce bol skúmaný rozdiel dosiahnutých hodnôt v rámci tohto testu u plavcov s bolesťou a bez bolesti ramenného kĺbu. Rovnako ani toto porovnanie nepotvrdilo žiadne štatisticky významné rozdiely a to ako na dominantnej končatine, tak ani na nedominantnej končatine.

### **Sila**

V rámci systematic review z roku 2015, obsahujúce 5 štúdií, Hill et al. porovnával či sila do vnútornej alebo do vonkajšej rotácie asocjuje s výskytom bolesti ramena. 3 štúdie neukázali, žiadnu spojitosť medzi silou do vnútornej rotácie a bolesťou ramena, no 2 štúdie túto súvislosť potvrdili. Prvá štúdia, ktorá potvrdila súvislosť bola cross sectional study a uvádza, že znížená vnútorná rotácia bola spojená s bolesťou ramena u plavcov. Druhá randomizovaná kontrolná štúdia zahrnutá do systematic review zistila signifikantné zníženie incidencie bolesti u plavcov ktorí podstúpili funkčný tréning zameraný na spevnenie a zosilnenie vnútorných a vonkajších rotátorov ramena oproti plavcov ktorí takýto typ tréningu neabsolvovali. K opačným výsledkom

dospeli 2 control case study a 1 cross sectional study. Uvedené systematic review teda jednoznačne nepotvrzuje korelácia medzi zníženou silou do vnútornej alebo vonkajšej rotácie a bolesti ramena u plavcov a teda ho nemôžeme jednoznačne zaradiť za rizikový faktor pri vzniku plaveckého ramena. K rovnakému výsledku sme sa dopracovali aj v rámci výskumu tejto diplomovej práce, kde sa nepotvrdil štatisticky významný rozdiel v sile u plavcov s bolesťou alebo bez bolesti ramena, a to ako na dominantnej, tak aj na nedominantnej strane. Testovaný smer sily a pozícia plavca pri testovaní bol zvolený na základe špecifickej pozície, v ktorej plavec vykonáva záber vo vode, a tak čo najviac imituje plavecký štýl kraul.

### **Statestézia**

Vnímanie pozície paže je pre plavcov kľúčové pri efektívite záberu. Higson et al. (2018) skúmal efekt tréningového zaťaženia na statestéziu ramena. Štúdia potvrdila rozdiel v pozícii kĺbu o viac ako 2° po absolvovaní tréningu. Štúdia taktiež potvrdila podobné výsledky po naplávani väčšieho objemu. Štatisticky významný rozdiel bol však potvrdený jedine na pravostrannom ramene. V tejto diplomovej práci bola skúmaná statestézia u plavcov, no nepreukázali sa žiadne signifikantné rozdiely v skupinách s bolesťou a bez bolesti a to ako na dominantnej tak na nedominantnej strane.

### **Tréningový proces**

Rizikovým faktorom, na ktorý nemožno zabudnúť v rámci plaveckého ramena je taktiež tréningové zaťaženie plavca napláváním objemom, intenzitou či frekvenciou. 4 štúdie preukázali asociáciu medzi vznikom bolesti a množstvom tréningového zaťaženia a 6 nepreukázalo žiadnu súvislosť. Skúmala sa rovnako súvislosť medzi štýlovou špecializáciou a vzdialenosťou hlavnej disciplíny plavca no rovnako sa v rámci systematic review nepreukázala jednoznačná súvislosť. Na rozhraní je taktiež preferovaná strana nádychu či odplávané roky plaveckej kariéry a výkonnostný level plavca. Žiadna z uvedených rizikových faktorov nepreukázala jednoznačne asociáciu so vznikom bolesti ramenného kĺbu u plavcov (Hill et al., 2015). Toto tvrdenie potvrdila aj táto diplomová práca, z ktorej nevyplýva, že by sme sa mali zamerať na jeden faktor u plavcov s bolesťou ramena.

### **Limitácie práce**

Výskum v rámci tejto diplomovej práce má niekoľko limitov. Testovaní účastníci štúdie neboli testovaní v rovnakej miestnosti a v rovnakej hodine počas jedného dňa, čo nezabezpečilo rovnaké podmienky pre všetkých účastníkov. Ďalším limitom tejto štúdie bol počet účastníkov štúdie, kde by pre zozbieranie objektívnejších dát bolo treba uskutočniť meranie s väčším počtom účastníkov. Kvôli malej vzorke sme plavcov taktiež nemohli rozdeliť podľa dĺžky ťažkostí a obmedzení v plávaní. Z tohto dôvodu je teda možné, že plavci s dlhodobou obmedzujúcou bolesťou budú mať zmenené niektoré z faktorov oproti plavcom, u ktorých sa bolesť vyskytovala

len niekoľko dní. Z dôvodu nízkeho počtu účastníkov, ktorí uvádzali bolesť v niektorom z ramien nebolo taktiež možné rozdeliť probandov na plavcov s bolesťou a bez bolesti, a tak sme sa priklonili k rozdeleniu plavcov do skupín s bolesťou a bez bolesti na dominantnej končatine a s bolesťou a bez bolesti na nedominantnej končatine. Za limit práce môžeme taktiež označiť nevyšetrenie laxicity ramenného kĺbu špecificky a taktiež použitie testov v modifikovaných pozíciách pre plavcov, ktoré nemajú potvrdenú reliabilitu a validitu. Tieto limitácie mohli ovplyvniť výsledky štúdie a preto by bolo vhodné dodatočné preskúmanie danej problematiky. K určeniu, ktorý faktor hrá rolu pri vzniku bolesti je potrebné previesť kvalitnú prospektívnu štúdiu.

Plavecké rameno patrí bez pochyb k najčastejšie vyskytujúcemu sa zraneniu u plavcov, ktorý často vedie k obmedzeniu alebo dokonca úplnému zamedzeniu pokračovania v tréningu. V súčasnosti je známych niekoľko rizikových faktorov, no nie je jednoznačne preukázaná spojitosť s vybraným rizikovým faktorom a väčšinou plavcov, u ktorých sa bolesť ramena vyskytuje. Faktom zostáva, že plavecké rameno je zranenie multifaktoriálneho pôvodu, kde u každého plavca s touto problematikou je potrebný individuálny prístup a individuálne riešenie podľa jeho príčin vzniku a plavcových potrieb.

## 6 ZÁVERY

- Diplomová práca preukázala, že počet plavcov s bolesťou a bez bolesti na dominantnej a nedominantnej končatine bol podobný.
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel medzi plavcami s bolesťou dominantného RAK v teste hypermobility a plavcami bez bolesti dominantného RAK ( $p=0,764$ ).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel medzi plavcami s bolesťou nedominantného RAK v teste hypermobility a plavcami bez bolesti nedominantného RAK ( $p=0,857$ ).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel v aktívnom rozsahu pohybu do vnútornej rotácie u plavcov s bolesťou na dominantnej strane a bez bolesti na dominantnom ramennom kĺbe ( $p=0,141$ ).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel v aktívnom rozsahu pohybu do vnútornej rotácie u plavcov s bolesťou na nedominantnej strane a bez bolesti na nedominantnom ramennom kĺbe ( $p=0,538$ ).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel v statestézii v ramennom kĺbe u plavcov s bolestivým ramenom na dominantnej strane a u plavcov bez bolesti na dominantnej strane ( $p=0,595$ ).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel v statestézii v ramennom kĺbe u plavcov s bolestivým ramenom na nedominantnej strane a u plavcov bez bolesti na nedominantnej strane ( $p=0,543$ ).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel v stabilite ramenného kĺbu u plavcov s bolesťou na dominantnej strane a bez bolesti ramenného kĺbu na dominantnej strane ( $p=0,578$  pre smer A,  $p=0,097$  pre smer B,  $p=0,139$  pre smer C).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel v stabilite ramenného kĺbu u plavcov s bolesťou na nedominantnej strane a bez bolesti ramenného kĺbu na nedominantnej strane ( $p=0,803$  pre smer A,  $p=0,477$  pre smer B,  $P=0,525$  pre smer C).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel medzi svalovou silou ramenného pletenca u plavcov s bolesťou na dominantnej strane a bez bolesti v ramennom kĺbe na dominantnej strane ( $p=0,147$ ).

- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel medzi svalovou silou ramenného pletenca u plavcov s bolesťou na nedominantnej strane a bez bolesti v ramennom kĺbe na nedominantnej strane ( $p=0,845$ ).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel v statestézii na dominantnom lakťovom kĺbe u plavcov s bolestivým ramenom na dominantnej strane a u plavcov bez bolesti na dominantnej strane ( $p=0,807$ ).
- Diplomová práca nepreukázala signifikantný rozdiel v statestézii na nedominantnom lakťovom kĺbe u plavcov s bolestivým ramenom na nedominantnej strane a u plavcov bez bolesti na nedominantnej strane ( $p=0,151$ ).

## 7 SÚHRN

Diplomová práca sa zaoberala porovnaním funkcie ramenného pletenca u plavcov s bolesťou a bez bolesti ramenného kĺbu. Hlavným cieľom diplomovej práce je porovnať generalizovanú hypermobilitu, rozsah pohybu do rotácii, statestéziu, stabilitu a svalovú silu ramenného kĺbu u plavcov s bolesťou a bez bolesti ramenného kĺbu. Práca bola koncipovaná do dvoch častí a to do teoretickej a do praktickej. V rámci teoretickej časti sme sa venovali základnej anatómii a kineziológii ramenného kĺbu, technike plaveckého štýlu kraul a charakteristike najčastejších zranení vyskytujúcich sa u plavcov a to subakromiálny impingement syndróm a tendinopatia dlhej hlavy bicepsu. V teoretickej časti sme taktiež popísali jednotlivé charakteristiky ramenného kĺbu hodnotené pri testovaní ramenného kĺbu. V praktickej časti bolo do výskumu zahrnutých 23 probandov do dotazníkovej časti a 22 probandov do testovej časti. Probandi absolvovali antropometrické meranie ramenných kĺbov, meranie rozsahu pohybu do vnútornej rotácie v ramenných kĺboch, testovanie hypermobility podľa Beighton skóre, testovanie sily do vnútornej rotácie v ramennom kĺbe pomocou dynamometru, testovanie stability ramenných kĺbov pomocou Upper limb Y balance test a testovanie statestézie. Výsledky testov boli rozdelené do skupín pre dominantnú končatinu s bolesťou a bez bolesti ramena a nedominantnú končatinu s bolesťou a bez bolesti ramena a boli následne štatisticky spracované. Výsledky testov na dominantnú končatinu nepreukázali žiaden signifikantný rozdiel medzi skupinami s bolesťou a bez bolesti ramenného kĺbu. Výsledky testov na nedominantnú končatinu taktiež nepreukázali žiaden signifikantný rozdiel medzi skupinami s bolesťou a bez bolesti ramenného kĺbu. Diplomová práca nepotvrdila jednoznačnú súvislosť medzi žiadnou testovanou funkciou ramenného pletenca a bolesťou ramena u plavcov. Podľa výsledkov diplomovej práce nie je nutné sa viac zameriavať na jednu špecifickú funkciu u plavcov s bolesťou ramena oproti plavcom bez bolesti ramena.

## 8 SUMMARY

This thesis focused on comparing the function of the shoulder joint among swimmers with and without shoulder pain. The main objective of the thesis was to compare generalized hypermobility, range of motion in internal rotation, proprioception, stability, and muscle strength of the shoulder joint within swimmers with and without shoulder pain. The thesis was divided into two parts: theoretical and practical. In the theoretical part, we addressed the basic anatomy and kinesiology of the shoulder joint, the technique of the freestyle swimming style, and the characteristics of the most common injuries occurring among swimmers, namely subacromial impingement syndrome and long head of the biceps tendinopathy. In the theoretical part, we also described the individual characteristics of the shoulder joint assessed during the shoulder joint testing. In the practical part, 23 participants were included in the questionnaire section and 22 participants in the testing section. Participants underwent anthropometric measurement of the shoulder joints, measurement of range of motion in internal rotation, strength test using a dynamometer, testing of shoulder joint stability using the Upper limb Y balance test, and proprioception testing. The results of the tests were divided into groups for the dominant limb with and without shoulder pain, and the non-dominant limb with and without shoulder pain, and were subsequently statistically analyzed. The results of the tests on the dominant limb did not show any significant differences between the groups with and without shoulder pain. The results of the tests on the non-dominant limb also did not show any significant differences between the groups with and without shoulder pain. The master's thesis did not confirm a clear correlation between any of the tested functions of the shoulder joint and shoulder pain within swimmers. According to the results of this thesis, it is not necessary to focus more on one specific function in swimmers with shoulder pain compared to swimmers without pain.



## 9 REFERENČNÝ ZOZNAM

- Ambler, Z. (2006). *Základy neurologie: [Učebnice pro lékařské fakulty]* (6., přeprac. a dopl. vyd). Galén : Karolinum.
- Aranha, L., Eapen, C., Patel, V. D., Prabhakar, A. J., & Hariharan, K. (2022). Muscle fatigue response of rotator cuff muscles in different postures. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. <https://doi.org/10.1007/s00402-022-04650-8>
- Bailón-Cerezo, J., Torres-Lacomba, M., & Gutiérrez-Ortega, C. (2016). Prevalencia del dolor de hombro en nadadores de competición: Estudio piloto / Shoulder Pain Prevalence in Competitive Swimmers: A Pilot Study. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 62(2016), 317–334. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.009>
- Bak, K. (2010). The practical management of swimmer's painful shoulder: Etiology, diagnosis, and treatment. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(5), 386–390. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181f205fa>
- Bak, K., & Magnusson, S. P. (1997). Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(4), 454–459. <https://doi.org/10.1177/036354659702500407>
- Batalha, N., Paixão, C., Silva, A. J., Costa, M. J., Mullen, J., & Barbosa, T. M. (2020). The effectiveness of a dry-land shoulder rotators strength training program in injury prevention in competitive swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 71(1), 11–20. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0093>
- Beighton, P., Grahame, R., & Bird, H. A. (2012). *Hypermobility of joints* (Fourth edition). Springer.
- Berkoff, D., Fields, K., & Grayze, J. (2022). *Multidirectional instability of the shoulder*. <https://www.uptodate.com/contents/multidirectional-instability-of-the-shoulder>
- Blanch, P. (2004). Conservative management of shoulder pain in swimming. *Physical Therapy in Sport*, 5(3), 109–124. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2004.05.002>

- Bullock, G. S., Brookreson, N., Knab, A. M., & Butler, R. J. (2017). Examining fundamental movement competency and closed-chain upper-extremity dynamic balance in swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1544–1551. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001627>
- Cameron, K. L., Duffey, M. L., DeBerardino, T. M., Stoneman, P. D., Jones, C. J., & Owens, B. D. (2010). Association of generalized joint hypermobility with a history of glenohumeral joint instability. *Journal of Athletic Training*, 45(3), 253–258. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.3.253>
- Čihák, R., Grim, M., Fejfar, O., Univerzita Karlova, Lékařská fakulta, 1, & Anatomický ústav. (2011). *Anatomie*. Grada.
- Davis, D. D., Nickerson, M., & Varacallo, M. (2023). Swimmer's Shoulder. V *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470589/>
- Derrick, R. T., Hemill, J., & Knutzen, K. M. (2015). *Biomechanical basis of human movement*. Williams & Wilkins.
- Dungl, P. (2014). *Ortopedie*. Grada.
- Dylevsky, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Grada.
- Feijen, S., Tate, A., Kuppens, K., Claes, A., & Struyf, F. (2020). Swim-training volume and shoulder pain across the life span of the competitive swimmer: A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 55(1), 32–41. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-439-18>
- Harrington, S., Meisel, C., & Tate, A. (2014). A cross-sectional study examining shoulder pain and disability in division I female swimmers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 23(1), 65–75. <https://doi.org/10.1123/JSR.2012-0123>
- Heinlein, S. A., & Cosgarea, A. J. (2010). Biomechanical considerations in the competitive swimmer's shoulder. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 2(6), 519–525. <https://doi.org/10.1177/1941738110377611>

- Higson, E., Herrington, L., Butler, C., & Horsley, I. (2018). The short-term effect of swimming training load on shoulder rotational range of motion, shoulder joint position sense and pectoralis minor length. *Shoulder & Elbow*, 10(4), 285–291. <https://doi.org/10.1177/1758573218773539>
- Hill, L., Collins, M., & Posthumus, M. (2015). Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: A critical systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*, 43(4), 412–420. <https://doi.org/10.1080/00913847.2015.1077097>
- Holič, R. (2018). *Impingement ramenného kĺbu*. <https://fyziorh.sk/impingement-ramenneho-klbu-3-cast/>
- Holt, K., Boettcher, C., Halaki, M., & Ginn, K. A. (2017). Humeral torsion and shoulder rotation range of motion parameters in elite swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(5), 469–474. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.10.002>
- Hudák, R., Kachlík, D., Balko, J., Felsoová, S., & Zavadzalová, S. (2015). *Memorix anatomie*.
- Janda, V., & Pavlu, D. (1993). *Goniometrie*.
- Junge, T., Henriksen, P., Andersen, H. L., Byskov, L. D., Knudsen, H. K., & Juul-Kristensen, B. (2016). The association between generalized joint hypermobility and active horizontal shoulder abduction in 10–15 year old competitive swimmers. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 8(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s13102-016-0044-y>
- Kapandji, I. A. (2007). *The physiology of the joints* (6th ed., English ed). Churchill Livingstone.
- Kebaetse, M., McClure, P., & Pratt, N. (1999). Thoracic position effect on shoulder range of motion, strength, and three-dimensional scapular kinematics. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(99\)90088-6/pdf](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(99)90088-6/pdf)
- Kitamura, G., Tateuchi, H., & Ichihashi, N. (2020). Greater lumbar extension during dolphin kick and psoas major tightness in swimmers with low back pain. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(6), 716–722. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0262>

- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén.
- Kusanagi, K., Sato, D., Hashimoto, Y., & Yamada, N. (2017). Water sensation during passive propulsion for expert and onexpert swimmers. *Perceptual and Motor Skills*, 124(3), 662–673. <https://doi.org/10.1177/0031512517704341>
- Latash, M. L. (2008). *Neurophysiological basis of movement*. Human Kinetics.
- Liaghat, B., Juul-Kristensen, B., Frydendal, T., Marie Larsen, C., Sjøgaard, K., & Ilkka Tapio Salo, A. (2018). Competitive swimmers with hypermobility have strength and fatigue deficits in shoulder medial rotation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 39, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2018.01.003>
- Lukášek, M. (2012). *Didaktika plaveckých sportů*. <https://doi.org/978-80-210-7180-3>
- Matzkin, E., Suslavich, K., & Wes, D. (2016). Swimmer's shoulder: Painful shoulder in the competitive swimmer. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 24(8), 527–536. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00313>
- McLeod, I. (2010). *Swimming anatomy*. Human Kinetics.
- McMaster, W. C., Roberts, A., & Stoddard, T. (1998). A correlation between shoulder laxity and interfering pain in competitive swimmers. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(1), 83–86. <https://doi.org/10.1177/03635465980260013201>
- Michaliček, P., & Vacek, J. (2014). Rameno v kostce. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2014-3/rameno-v-kostce-i-cast-49938>
- Motyčka, J. (2001). *Teorie plaveckých sportů: Plavání, synchronizování plavání, vodní pólo, skoky do vody, záchrana tonoucích*. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta.
- Mullen, J. (2018). *Swimmer's shoulder return to swimming program*. <https://www.swimmingscience.net/swimmers-shoulder-return-swimming-program/>

- Nadler, S. F., Sherman, A. L., & Malanga, G. A. (2004). Sport-specific shoulder injuries. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 15(3), 607–626. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2004.01.003>
- Nathan, J. A., Davies, K., & Swaine, I. (2018). Hypermobility and sports injury. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 4(1), e000366. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000366>
- Peric, T., & Brezina, J. (2019). *Jak nalézt a rozvíjet sportovní talent: Pruvodce sportováním dětí pro rodiče i trenéry.*
- Pink, M. M., & Tibone, J. E. (2000). The painfull shoulder in swimming athlete. *Orthopedic Clinics of North America*, 31(2), 247–261. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(05\)70145-0](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(05)70145-0)
- Pollard, H., & Croker, D. (1999). *Shoulder pain in elite swimmers.* [https://www.researchgate.net/publication/5859978\\_Shoulder\\_pain\\_in\\_elite\\_swimmers](https://www.researchgate.net/publication/5859978_Shoulder_pain_in_elite_swimmers)
- Riemann, B. L., Witt, J., & Davies, G. J. (2011). Glenohumeral joint rotation range of motion in competitive swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1191–1199. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.587441>
- Richardson, A. B., Jobe, F. W., & Collins, H. R. (1980). The shoulder in competitive swimming. *The American Journal of Sports Medicine*, 8(3), 159–163. <https://doi.org/10.1177/036354658000800303>
- Rodeo, S. A., Nguyen, J. T., Cavanaugh, J. T., Patel, Y., & Adler, R. S. (2016). Clinical and ultrasonographic evaluations of the shoulders of elite swimmers. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(12), 3214–3221. <https://doi.org/10.1177/0363546516657823>
- Sherwin, S. H. (2022). *Swimmer's Shoulder.* <https://emedicine.medscape.com/article/93213-print>
- Schlueter, K. R., Pintar, J. A., Wayman, K. J., Hartel, L. J., & Briggs, M. S. (2021). Clinical evaluation techniques for injury risk assessment in elite swimmers: Systematic review. *Sports*

- Health: A Multidisciplinary Approach*, 13(1), 57–64.  
<https://doi.org/10.1177/1941738120920518>
- Schwartz, G., Beurskens, R., & Muehlbauer, T. (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*, 12(1), 73.  
<https://doi.org/10.1186/s13102-020-00220-w>
- Singh, H., McKay, M., Baldwin, J., Nicholson, L., Chan, C., Burns, J., & Hiller, C. E. (2017). Beighton scores and cut-offs across the lifespan: Cross-sectional study of an Australian population. *Rheumatology*, 56(11), 1857–1864.  
<https://doi.org/10.1093/rheumatology/kex043>
- Solem-Berntof, E., Thuomas, K. A., & Westerberg, C. E. (1993). *The influence of scapular retraction and protraction on the width of the subacromial space. An MRI study.*  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8222458/>
- Struyf, F., Tate, A., Kuppens, K., Feijen, S., & Michener, L. A. (2017). Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulder. *British Journal of Sports Medicine*, 51(10), 775–780. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096847>
- Taormina, S. (2022). *Kraul: Ovládněte techniku nejrychlejších plavců* (1. vydání). Mladá fronta.
- Tate, A., Turner, G. N., Knab, S. E., Jorgensen, C., Strittmatter, A., & Michener, L. A. (2012). Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. *Journal of Athletic Training*, 47(2), 149–158. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.2.149>
- Tessaro, M., Granzotto, G., Poser, A., Plebani, G., & Rossi, A. (2017). *Shoulder pain in competitive teenage swimmers and it's prevention: A retrospective epidemiological cross sectional study of prevalence.* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5685406/>
- Varacallo, M., & Scott, M. (2022). *Proximal biceps tendinitis and tendinopathy.*  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK533002/>


Velé, F. (2006). *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Triton.

Walker, W. (2020). *Subscapularis*. <https://www.physio-pedia.com/Subscapularis>

Yanai, T., & Hay, J. G. (2000). Shoulder impingement in front-crawl swimming: II. analysis of stroking technique: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30. <https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00006>

## 10 PRÍLOHY

### 10.1 Vyjadrenie etickej komisie



Fakulta  
tělesné kultury

Genius loci

#### Vyjádření Etické komise FTK UP

**Složení komise:** doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně  
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.  
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.  
Mgr. Filip Neufs, Ph.D.  
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.  
doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.  
Mgr. Jarmila Štěpánová, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 6.4.2022 byl projekt diplomové práce  
Autor /hlavní řešitel/: **Bc. Soňa Dobroňová**  
s názvem **Porovnanie funkcie ramenného pletenca u plavcov s bolesťou a bez bolesti ramenného kľbu**  
schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **42/2022**  
dne: **27. 4. 2022**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

**Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.**

za EK FTK UP  
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.  
předsedkyně

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury  
Komise etická  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 638 009  
www.ftk.upol.cz



## 10.2 Dotazník

### DOTAZNÍK K DIPLOMOVEJ PRÁCI

MENO:

VEK:

POHLAVIE:

ČÍSLO PROBANDA:

1. Od koľkých rokov súťažne plávate?
2. Aký je váš hlavný spôsob?
  - a) Motýlik
  - b) Znak
  - c) Prsia
  - d) Kraul
3. Venovali ste sa počas plaveckej kariéry aj iným športom?
  - a) Áno
  - b) Nie
4. Ak áno, akým?
5. Koľko hodín tréningu vo vode absolvujete za týždeň?
  - a) 5 a menej
  - b) 6-10
  - c) 11-15
  - d) 16 a viac
6. Koľko km naplávate za týždeň?
  - a) 20km a menej
  - b) 21-30km
  - c) 31-40km
  - d) 41-50km
  - e) 51km a viac

7. Koľko hodín suchej prípravy absolvujete za týždeň?
- a) 0
  - b) 1-2
  - c) 3-4
  - d) 5 a viac
8. Aká forma suchej prípravy prevažuje vo vašom tréningu?
- a) Cvičenie v posilňovni
  - b) Cvičenie s vlastnou váhou
  - c) Beh
  - d) Bicykel
  - e) Iné
9. Obsahuje vaša tréningová príprava pravidelne kompenzačné cvičenie?
- a) Áno
  - b) Nie
10. Aký je váš najlepší čas na 50m kraul za posledný rok?
11. Aký je váš najlepší čas na 800m kraul za posledný rok?
12. Vyskytla sa počas vašej plaveckej kariéry niekedy u teba bolesť ramena?
- a) Áno
  - b) Nie
13. Ako dlho pretrvával váš problém s ramenom?
- a) Niekoľko dní
  - b) Niekoľko týždňov
  - c) Niekoľko mesiacov
  - d) Viac ako rok
  - e) Doteraz sa úplne nevyriešil
14. Bolesť ramena som riešil s:
- a) Trénerom

- b) Fyzioterapeutom
- c) Lekárom
- d) Nikým
- e) Rodičom

15. Ako ste boli obmedzený v tréningovom procese?

- a) Vôbec som nemohol trénovať.
- b) Nemohol som plávať, ale cvičiť som niečo mohol.
- c) Mohol som plávať aspoň nohy.
- d) Mohol som plávať, ale s výrazným obmedzením (do 50%).
- e) Mohol som plávať s malým obmedzením (90%).
- f) Mohol som plávať normálne.