

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Kateřina Přádová**

**NEJČASTĚJŠÍ ZRANĚNÍ KOLENNÍHO  
KLOUBU  
U VOLEJBALISTŮ**

*bakalářská práce*

Praha 2012

Autor práce: **Kateřina Přádová**

Vedoucí práce: **Mgr. Radka Crhonková**

Oponent práce: **Mgr. Zdeněk Čech**

Datum obhajoby: **2012**

## **Bibliografický záznam**

PŘÁDOVÁ, Kateřina. *Nejčastější zranění kolenního kloubu u volejbalistů*. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2012. 72 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Radka Crhonková.

## **Anotace**

Koleno je nejsložitějším kloubem lidského těla. Při volejbalu často dochází k poranění jeho struktur, především se jedná o onemocnění měkkých tkání z přetížení a akutní poranění předního zkříženého vazů. Tato práce ve své teoretické části poskytuje základní přehled anatomie a biomechaniky kolenního kloubu, zabývá se pohlavními rozdíly ve struktuře a řízení pohybu kolene a zahrnuta je i kapitola pojednávající o biomechanice kolenního kloubu při volejbalu. Praktická část si dala za cíl dotazníkovou metodou zjistit nejčastější zranění tohoto kloubu při volejbalu, porovnat rozdíly mezi muži a ženami a porovnat rozdíly mezi plážovým a klasickým volejbalem. Nejpočetněji uváděným zraněním kolenního kloubu bylo poškození vazů, jako nejzávažnější zranění však hráči nejčastěji hodnotili onemocnění měkkých tkání z přetížení. Pro nedostatek dat se nepodařilo porovnat charakter a četnost zranění u klasických a plážových volejbalistů. Naše studie nenalezla významný rozdíl v charakteru a četnosti zranění kolenního kloubu mezi muži a ženami.

## **Klíčová slova**

kolenní kloub, volejbal, plážový volejbal, zranění, pohlavní rozdíly, LCA , skokanské koleno

## **Bibliographic identification**

PŘÁDOVÁ, Kateřina. *The most common knee injury in volleyball*. Prague: Charles University, 2<sup>nd</sup> Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2012. 72 p. Supervisor Mgr. Radka Crhonková.

## **Annotation**

A knee is the most complicated joint in our body. It is commonly injured during volleyball, mainly resulting as a knee pain syndrome or an acute rupture of an anterior cruciate ligament. In its theoretical part this bachelor thesis gives an overview of basic anatomy and biomechanics of the knee joint, it deals with the gender differences in morphology and neurophysiology and it contains a chapter dealing with biomechanics of the knee joint in volleyball. The second part of this bachelor thesis is a research study searching for the most common knee injury in volleyball, comparing differences among men and women and comparing differences between indoor and beach volleyball. The most quoted injury of the knee joint was the injury of the ligament, but as the most serious and the most common injury players named an overuse injury. We didn't manage to compare an incidence in indoor and beach volleyball due to the lack of data. We didn't find a significant difference in the incidence and a character of injuries among men and women.

## **Keywords**

knee joint, volleyball, beach volleyball, injury, gender differences, LCA, jumper's knee

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Radky Crhonkové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 12.4.2012

Kateřina Přádová

## **Poděkování**

Především bych ráda poděkovala vedoucí mé práce Mgr. Radce Crhonkové za její profesionální přístup a cenné rady. Dále Bc. Zdeňku Veselému za pomoc se zpracováním statistických údajů. A v neposlední řadě děkuji všem, kteří vyplnili můj dotazník, a pomohli mi tak s praktickou částí této práce.

# OBSAH

<b>OBSAH</b>	<b>7</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK</b>	<b>9</b>
<b>ÚVOD</b>	<b>10</b>
<b>1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ</b>	<b>11</b>
1.1 ANATOMIE KOLENNÍHO KLOUBU	11
1.1.1 ARTIKULUJÍCÍ KOSTI	11
1.1.2 SVALY KOLENNÍHO KLOUBU	12
1.1.2.1 Svaly stehna	12
1.1.2.2 Svaly bérce	13
1.1.2.3 Pomocné svaly kyčelního kloubu	14
1.1.3 VAZIVOVÝ APARÁT	14
1.1.4 CÉVNÍ A NERVOVÉ ZÁSOBNÍ	17
1.2 KINEZILOGIE, PATOKINEZILOGIE A NEUROFYZIOLOGIE KOLENNÍHO KLOUBU	18
1.2.1 POHYBY KOLENNÍHO KLOUBU	18
1.2.2 ROZSAHY KOLENNÍHO KLOUBU	19
1.2.3 NEUROFYZIOLOGIE KOLENNÍHO KLOUBU	20
1.2.4 POHLAVNÍ ROZDÍLY VE STAVBĚ, FUNKCI A ŘÍZENÍ KOLENNÍHO KLOUBU	23
1.2.5 BIOMECHANIKA KOLENNÍHO KLOUBU U VOLEJBALISTŮ	30
1.3 PŘEHLED ZRANĚNÍ KOLENNÍHO KLOUBU PŘI SPORTU	33
<b>2 PRAKTICKÁ ČÁST</b>	<b>36</b>
2.1 CÍL PRÁCE	36
2.2 HYPOTÉZY	37
2.3 METODIKA VÝZKUMU	38
2.3.1 DOTAZNÍK	38
2.3.2 VÝBĚR PROBANDŮ	39
2.4 VÝSLEDKY VÝZKUMU	40
2.4.1 ODDÍL - OSOBNÍ ANAMNÉZA	40
2.4.2 ODDÍL – SPORTOVNÍ ANAMNÉZA	41
2.4.3 ODDÍL – BOLESTI KOLENNÍHO KLOUBU	43
2.4.4 ODDÍL – PORANĚNÍ KOLENNÍHO KLOUBU	46
2.4.4.1 Poranění vazů kolenního kloubu	48
2.4.4.2 Onemocnění měkkých tkání z přetížení	49
2.4.5 ODDÍL – TERAPIE PORANĚNÍ KOLENNÍHO KLOUBU	50
2.5 OVĚŘENÍ HYPOTÉZ	51
<b>3 DISKUZE</b>	<b>56</b>
3.1 DISKUZE K TEORETICKÉ ČÁSTI	56
3.2 DISKUZE K PRAKTICKÉ ČÁSTI	59

<b>ZÁVĚR</b>	<b>63</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM</b>	<b>64</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>68</b>
<b>PŘÍLOHY</b>	<b>69</b>



**SEZNAM ZKRATEK**

a.	<i>arteria</i>
aa.	<i>arteriae</i>
CNS	<i>centrální nervová soustava</i>
LCA	<i>ligamentum cruciatum anterius</i>
EMG	<i>elektromyografie</i>
lig.	<i>ligamentum</i>
n.	<i>nervus</i>
m.	<i>musculus</i>
MTS	<i>musculotendinous stiffness (šlacho-svalová tuhost)</i>
PFKK	<i>patelofemorální kloubní kontakt</i>
SIAS	<i>spina iliaca anterior superior</i>
TZ	<i>tlakové zatížení</i>
v.	<i>vena</i>
VL	<i>musculus vastus lateralis</i>
VM	<i>musculus vastus medialis</i>
vv.	<i>venae</i>

## ÚVOD

Kolenní kloub je složený kloub, který se významně podílí na stabilitě stoje i chůze. Jeho správná funkce závisí nejen na pasivních, ale i aktivních stabilizátorech, kterými jsou svaly. Nezbytná je jejich správná koordinace, adekvátní nábor motorických jednotek a svalová síla. I v důsledku poruchy některé z těchto funkcí často dochází k poranění vazivového aparátu kolenního kloubu. Při bolesti či poranění kolene dochází ke změně ve stereotypu chůze a dalších pohybu a následnému přetěžování ostatních struktur pohybového aparátu. Poranění kolenního kloubu je nejčastějším zraněním při sportu, hned po poškození kloubu hlezenního (Pilný et al., 2007).

Jedním ze sportů, kde je zranění kolenního kloubu časté, je volejbal. Jedná se o jeden z celosvětově nejoblíbenějších a nejhranějších sportů. Ve statistických žebříčcích se pravidelně objevuje na předních příčkách. V současné době existují dvě varianty tohoto sportu – klasický a plážový volejbal, přičemž obě jsou zařazeny mezi olympijské disciplíny (klasický volejbal od roku 1964 a plážový od roku 1996). Kolenní kloub je při volejbalu neustále namáhán a jsou kladeny velké nároky především na jeho vazivový aparát. Epidemiologické studie potvrdily, že u volejbalistů je větší riziko poranění kolenního kloubu z přetížení (Reeser et al., 2006).

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, jaké zranění kolenního kloubu se mezi volejbalisty vyskytuje nejčastěji. Práce má dvě části – teoretickou a praktickou. V první části jsou shrnuty základní anatomické poznatky, kineziologie a biomechanika kolenního kloubu u volejbalistů. Zahrnuta je kapitola o anatomických a neurofyziologických odlišnostech kolenního kloubu u mužů a u žen. Praktická část je věnována výzkumu, který proběhl formou dotazníků.

# 1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

## 1.1 Anatomie kolenního kloubu

### 1.1.1 Artikulující kosti

Kolenní kloub (articulatio genus) je kloub složený. Artikulují zde tři kosti – femur, tibia a patela. Mezi styčné plochy femuru a tibie jsou vloženy kloubní menisky.

#### Femur

Kost stehenní (os femoris) je nejdelší a nejmohutnější kostí v těle. Condylí femoris jsou rozšířené kloubní hrboly tvořící hlavici kolenního kloubu. Na vnitřní straně je to condylus medialis a na vnější straně condylus lateralis. „Condylus medialis je užší a delší než laterální hrbol. Kondyl vpředu konverguje k zevnímu hrbolu. Jeho pásovité kloubní plocha je více „zavinuta“, tj. křivka, která vystihuje jeho tvar, má nižší stoupavost. Condylus lateralis je kratší a širší. Průběh zakřivení odpovídá otevřenější závitnici, tj. křivce o větší stoupavosti (Dylevský, 2000, s. 161).“ Vzádu oba kondyly odděluje fossa intercondylaris a vpředu oba spojuje facies patellaris (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

#### Tibia

Kost holenní (tibia) je mohutnou kostí bérce, která má proximálně rozšířený konec pro spojení s kondyly femuru. Tvoří jej dva kloubní hrboly - condylus medialis a condylus lateralis, které tvoří kloubní plochu souhrnně nazývanou facies articularis superior. „Kloubní plocha mediálního kondylu je oválná a vyhloubená, kloubní plocha laterálního kondylu je menší, okrouhlá a plochá, téměř rovná (Čihák, 2001, s. 267).“ Uprostřed mezi oběma kloubními plochami je mezihrbolová vyvýšenina eminentia intercondylaris, která neslouží k úponu žádné struktury kolenního kloubu, ale vkleslé okresky před ní (area intercondylaris anterior) a za ní (area intercondylaris posterior) jsou místem úponu zkřížených vazů. Pro úpon svalů je důležitá drsnatina ventrálně mezi kondyly nazvaná tuberositas tibiae (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

## Patella

Češka (patella) je kost v úponové šlaše čtyřhlavého svalu stehenního. Přední plocha (facies anterior) je součástí šlachy musculus (dále jen m.) quadriceps femoris, zadní plocha česky (facies posterior) je povlečena silnou chrupavkou a přiléhá k facies patellaris femoris. „Tato plocha je podélně zalomena ve dvě fasety, z nichž širší je laterální faset; tvar, poměr velikosti obou faset a jejich sklon jsou individuálně značně variabilní (Čihák, 2001, s. 265).“ Širší proximální okraj česky se nazývá basis patellae, distální zašpičatělý úsek pak apex patellae (Čihák, 2001; Dylevský, 2000).

### **1.1.2 Svaly kolenního kloubu**

Na kolenní kloub působí svaly stehna a svaly bérce, pohybům a stabilizaci napomáhají dva svaly kyčelního kloubu.

#### **1.1.2.1 Svaly stehna**

##### Ventrální skupina

**Musculus sartorius** (dlouhý sval stehenní nebo sval krejčovský) je dvoukloubový sval. Začíná na spina iliaca anterior superior, upíná se do společné úponové šlachy pes anserinus. Pomocí pes anserinus je m. sartorius připojen pod mediální kondyl tibie (Čihák, 2001).

**Musculus quadriceps femoris** (čtyřhlavý sval stehenní) je tvořen čtyřmi hlavami, z nichž dlouhá hlava zvaná m. rectus femoris je dvoukloubová. Její caput rectum začíná na spina iliaca anterior inferior, caput reflexum na malém políčku nad acetabulem. Další tři hlavy jsou - m. vastus medialis, m. vastus lateralis a m. vastus intermedius – jsou jednokloubové. Všechny začínají na kosti stehenní, kterou téměř úplně obalují. Všechny čtyři hlavy svalu se nad patelou spojují a upínají se na ní. Vlastní úpon svalu tvoří ligamentum (dále jen lig.) patellae. Tato šlacha jde od apex patellae kaudálně a upíná se na tuberositas tibiae (Čihák, 2001).

### Mediální skupina

Z této skupiny působí na kolenní kloub pouze **musculus gracilis** (štíhlý sval stehenní). Začíná na os pubis při symfýze a upíná se pomocí pes anserinus pod mediální kondyl tibie (Čihák, 2001).

### Dorsální skupina

Všechny svaly této skupiny jsou dvoukloubové.

**Musculus biceps femoris** je tvořen dvěma hlavami – caput longum a caput breve. Dlouhá hlava začíná na tuber ischiadicum, krátká na labium laterale lineae asperae, obě se společnou šlachou upínají na caput fibulae (Čihák, 2001).

**Musculus semimembranosus** (sval poloblanitý) má zhruba do poloviny své délky plochou šlachu. Začíná na tuber ischiadicum a rozbíhá se ve tři úponové pruhy – mediální se upíná dopředu po mediální ploše vnitřního kondylu tibie, střední na zadní stranu tibie a laterální na zadní stranu pouzdra kolenního kloubu jako ligamentum popliteum obliquum (Čihák, 2001).

**Musculus semitendinosus** (sval pološlašitý) má uprostřed své délky šlašitou vložku. Začíná na tuber ischiadicum a upíná se pomocí pes anserinus pod mediální kondyl tibie (Čihák, 2001).

#### **1.1.2.2 Svaly bérce**

Na kolenní kloub působí z těchto svalů svaly zadní skupiny, kde rozlišujeme dvě vrstvy.

### Povrchová vrstva

**Musculus triceps surae** (trojhlavý sval lýtkový) má dvě hlavy povrchové (**m. gastrocnemius**), které začínají na obou kondylech femuru, a hlubokou složku (**m. soleus**), která přímo nepůsobí na kolenní kloub, jelikož má začátek na tibia a fibule. Mezi tyto dvě vrstvy je vsunut rudimetární **m. plantaris**. Všechny svaly se upínají pomocí Achillovy šlachy (tendo calcaneus) na tuber calcanei. Obě hlavy m. gastrocnemius ohraničují zákolenní jámu na jejím dolním okraji (Čihák, 2001).

### Hluboká vrstva

Z této skupiny působí na kolenní kloub **musculus popliteus** (sval zákolenní), který začíná na zevní straně laterálního epikondylu femuru a upíná se na zadní plochu proximální části tibie. Sval podbíhá lig. collaterale fibulare kolenního kloubu, vysílá snopce do pouzdra a k laterálnímu menisku. Povrch svalu tvoří část dna zákolenní jámy (Čihák, 2001).

#### **1.1.2.3 Pomocné svaly kyčelního kloubu**

##### Musculus gluteus maximus

**Musculus gluteus maximus** (velký sval hýžd'ový) je hlavním svalem pro extenzi kyčelního kloubu, ale část jeho snopců se upíná do tractus iliotibialis, což je aponeuroticky zesílený pruh stehenní fascie (fascia lata femoris). Tractus iliotibialis jde podél zevní strany stehna od předního okraje crista iliaca na laterální kondyl tibie. M. gluteus maximus tak tahem za tractus iliotibialis pomáhá fixovat extenzi kolene ve stoji (Čihák, 2001).

##### Musculus tensor fasciae latae

**Musculus tensor fasciae latae** (napínač stehenní povázky) se řadí ke gluteálním svalům, ale podobně jako m. gluteus maximus působí prostřednictvím tractus iliotibialis na kolenní kloub. Účastní se závěrečné rotace kolene a také fixuje extenzi kolenního kloubu při stoji (Čihák, 2001).

#### **1.1.3 Vazivový aparát**

##### Menisky

Mezi styčnými plochami femuru a tibie by nedocházelo k ideální kongruenci, neboť zakřivení kondylů femuru je větší a svým tvarem neodpovídá proximálním ploškám tibie. Proto jsou mezi obě kosti vloženy lamely (menisky) tvořené na obvodu hustým vazivem, které přechází ve vazivovou chrupavku. Na vnějším obvodu jsou menisky vyšší než na vnitřním obvodu. Meniscus medialis a meniscus lateralis se liší svým tvarem i velikostí (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

**Vnitřní meniskus** má poloměsíčitý tvar. Svými cípy se upíná před a za eminentia intercondylaris a ve své střední části je srostlý s ligamentum colaterale tibiale, proto je také méně pohyblivý (Dylevský, 2009).

**Zevní meniskus** má téměř kruhový tvar. Přední cíp se upíná v oblasti ligamentum cruciatum anterius, zadní za eminentia intercondylaris. Vzhledem k tomu, že se cípy upínají velmi blízko u sebe, je meniskus lateralis značně pohyblivý (Dylevský, 2009).

### Kloubní pouzdro a kloubní dutina

Dutina kloubní je prostorná, komplikovaného tvaru. „Pouzdro kolenního kloubu je rozdílně členité ve své vazivové (fibrózní) i synoviální vrstvě (Dylevský, 2000, s. 168).“ Fibrózní vrstva kloubního pouzdra se na tibií a patele upíná při okraji kloubních ploch, na femuru 1-1,5 cm od okraje kloubních ploch a vynechává jeho epikondyly, kam se upínají svaly a vazy. Pouzdro se ventrálně vyklenuje nad patelu jako **recessus suprapatellaris**. K tomuto záhybu se upíná **musculus articularis genus** (odstupuje z hluboké plochy m. vastus intermedius), který při pohybech kolenního kloubu táhne pouzdro vzhůru a brání tak jeho uskřinutí (Čihák, 2001; Dylevský, 2000).

Synoviální vrstva nevystýlá pouzdro rovnoměrně, ale od zadní strany pouzdra jde po obou stranách zkřížených vazů dopředu, připojena na tibií a do fossa intercondylaris femoris. Vytváří tak sagitálně orientovanou řasu – **plica synovialis patellaris**, která je rozepjata od předního okraje fossa intercondylaris k dolnímu okraji čéšky. V pokračování této řasy jsou vytvořeny dvě tukem vyplněné řasy – **plicae alares**. Mezi spodní plochou pately, lig. patellae a přední plochou femuru je mohutný tukový polštář - **plica synovialis infrapatellaris**, neboli Hoffovo těleso (Čihák, 2001; Dylevský, 2000).

### Přední vazy kolenního kloubu

**Šlacha musculus quadriceps femoris** je připojena na patelu. Jejím pokračováním je **ligamentum patellae**, které jde od pately na tuberositas tibiae (Čihák, 2001).

**Retinaculum patellae mediale et laterale** jsou vazivové pruhy jdoucí po stranách čéšky od m. quadriceps femoris na tibií. Laterální retinaculum je navíc zesíleno spojením s tractus iliotibialis (Čihák, 2001).

### Zadní vazy kolenního kloubu

**Ligamentum popliteum obliquum** není pravý kloubní vaz, je spíše pokračováním úponové šlachy m. semimembranosus. Probíhá šikmo zdola lateroproximálně přiloženo na zadní stranu kloubního pouzdra (Čihák, 2001; Dylevský, 2000).

Na fibulární straně je **ligamentum popliteum arcuatum**, které ve své horní části tvoří proximálně otevřený oblouk, z jehož konvexity sbíhají pruhy vaziva na caput fibulae a připomíná tak tvar písmene „Y“ (Čihák, 2001).

### Postranní vazy kolenního kloubu

**Ligamentum collaterale tibiale** je široké a ploché a ve své zadní části spojené prostřednictvím kloubního pouzdra s mediálním meniskem. Začíná na mediálním epikondylu femuru a upíná se na tibií, 6-9 mm pod štěrbinou kolenního kloubu (Čihák, 2001; Dylevský, 2000).

**Ligamentum collaterale fibulare** tvoří zaoblený svazek odstávající od kloubního pouzdra, v místě kloubní štěrbiny je mezi vazem a kloubním pouzdem tukové vazivo s cévami. Je uloženo laterálně a od zevního epikondylu femuru jde dozadu na hlavici fibuly (Čihák, 2001).

### Nitrokloubní vazy kolenního kloubu

**Ligamentum cruciatum anterius** jde od vnitřní plochy laterálního kondylu femuru do area intercondylaris anterior tibiae (Čihák, 2001).

**Ligamentum cruciatum posterius** jde od zevní plochy mediálního kondylu femuru do area intercondylaris posterior tibiae. Zadem kříží přední zkřížený vaz (Čihák, 2001).

**Ligamentum transversum genus** je zabudováno v kloubním pouzdru a v plica alaris, propojuje napříč oba menisky (Čihák, 2001).

**Ligamentum meniskofemorale posterius et ligamentum meniskofemorale anterius** fixují zadní cíp zevního menisku. Od něj jdou po zadní a přední straně ligamentum cruciatum posterius k mediálnímu kondylu femuru (Čihák, 2001).



### 1.1.4 Cévní a nervové zásobení

#### Tepny

Mezi hlavní arterie, které zásobují kolenní kloub, patří: a. genus descendens, aa. genus superiores, a. genus media, aa. genus inferiores a a. recurrens tibialis anterior. Většina odstupuje z a. poplitea, výjimkou je a. genus descendens, která odstupuje z a. femoralis, a a. recurrens tibialis anterior. Všechny tyto arterie tvoří cévní síť **rete articulare genus** a **rete patellae** (Bartoniček, Heřt, 2004; Čihák, 2001).

#### Žíly

„Žíly kolenního kloubu vytvářejí periartikulární pleteň, z níž odcházejí žíly podél přívodných tepen kolena (Čihák, 2001, s. 306).“ Tato pleteň je tvořena **vv. genus**, které se napojují do v. poplitea.

#### Nervy

Svaly působící na kolenní kloub jsou inervovány nervy z lumbosakrálního plexu. **Nervus femoralis** (plexus lumbalis) inervuje m. sartorius a m. quadriceps femoris, **nervus obturatorius** (plexus lumbalis) inervuje m. gracilis. **Nervus ischiadicus** (plexus sacralis) inervuje všechny stehenní svaly zadní skupiny. **Nervus tibialis** inervuje m. triceps surae, m. popliteus a m. plantaris. Svaly kyčelního kloubu, které napomáhají pohybům kolene, jsou inervovány následovně – n. gluteus inferior inervuje m. gluteus maximus a n. gluteus superior inervuje m. tensor fasciae latae (Čihák, 2004).

Na senzitivní inervaci v oblasti kolenního kloubu se podílejí n. cutaneus femoris posterior, n. femoralis, n. obturatorius, n. ischiadicus a jejich větve. Z nervových pletení kloubního pouzdra zasahují vlákna i k meniskům a zkříženým vazům (Čihák, 2001).

## 1.2 Kineziologie, patokineziologie a neurofyziologie kolenního kloubu

### 1.2.1 Pohyby kolenního kloubu

Pohyby kolenního kloubu můžeme schematicky rozdělit následovně: flexe, extenze, vnitřní a vnější rotace. Základním postavením kloubu je jeho plná extenze. V této pozici jsou napjaty postranní vazy, všechny vazy na zadní straně kloubního pouzdra a femur naléhá na tibií – tento stav označujeme jako **uzamknuté koleno** (stabilní poloha). **Odemknutí kolena** je vyvoláno malou rotací (při volné noze se tibiie otáčí dovnitř, při fixované noze femur zevně), při které se uvolňují postranní vazy a přední zkřížený vaz. **Střední postavení** kolenního kloubu je ve flexi 20-30° (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

Vzhledem ke geometrickému tvaru kloubních ploch, menisků a úponům vazů je pohyb z flexe do extenze a zpět složitý. Kolenní kloub nemá stálou osu pohybu, mění se podle stupně flexe – můžeme mluvit o instantním centru rotace. Flexe kolenního kloubu probíhá v několika fázích (Čihák, 2001; Dylevský, 2009):

#### Počáteční rotace

Začínající flexe je provázena v prvních 5° tzv. počáteční rotací. Osa této rotace jde z hlavičky femuru do středu laterálního kondylu – zevní kondyl se skutečně otáčí, vnitřní se posouvá. Počáteční rotací se uvolní ligamentum cruciatum anterius a kolenní kloub se tak odemkne (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

#### Valivý pohyb

Tento pohyb navazuje na počáteční rotaci a probíhá v meniskofemorálních kloubech – femur se valí po tibií a obou meniscích (Dylevský, 2009).

#### Posuvný pohyb

Tento pohyb dokončuje flexi. Kontakt femuru s tibií se zmenšuje kvůli stále většímu zakřivení zadních částí kondylů, menisky mění svůj tvar kolem femuru a po tibií se posunují dozadu. Flexe kolenního kloubu se tak dokončuje v meniskotibiálním kontaktu, přičemž posun laterálního menisku po tibií je větší (asi 12 mm) než posun menisku mediálního (asi 6 mm) (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

Při extenzi se celý proces děje přesně opačně. Extenze tedy končí závěrečnou rotací tibie zevně (resp. rotací femuru dovnitř) a koleno je tak opět uzamčeno. Při flexi jistí kolenní kloub zkřížené vazy, které brání posunům kostí. Patella klouže při flexi distálně, při extenzi proximálně. Rozsah posunu je 5-7 cm. (Čihák, 2001; Dylevský, 2009).

Dylevský (2009) popisuje extenzní aparát kolenního kloubu, který tvoří m. quadriceps femoris, ligamentum patellae a poutka stabilizující česku. Důležité je jeho osově uspořádání. Osa tahu m. quadriceps femoris směřuje na bérec lehce mediálně, přitom má patella tendenci k zevnímu posunu. Tomuto posunu zabraňují retinacula patellae (viz výše). „Protože táhnou koleno do extenze i při poškození pately, event. lig. patellae, považují se za tzv. přídatný extenční aparát kolenního kloubu (Čihák, 2001, s. 297).“

### 1.2.2 Rozsahy kolenního kloubu

Jak již bylo zmíněno výše, pohyby v kolenním kloubu jsou v zásadě čtyři – flexe, extenze, samostatná vnitřní a zevní rotace. Navíc můžeme mluvit ještě o sdružených rotacích – počáteční a závěrečná – které již byly popsány.

**Flexe** probíhá v rozsahu 130-160° (Čihák, 2001; Dylevský, 2009), Haladová a Nechvátalová (2008, s. 66) uvádí rozsah 130-150° podle rozvoje svalstva. Čihák (2001, s. 306) dále uvádí, že „flexi lze provést aktivně maximálně do 140°, neboť při dosažení tohoto úhlu na sebe nalehnou svalové hmoty stehna a lýtka a pohyb nemůže aktivně pokračovat“.

**Extenze** je výchozí nulovou polohou kolenního kloubu. Po „uzamknutí“ kloubu může pokračovat ještě asi o 5° do tzv. hyperextenze, která může být větší, ale u zdravého kloubu by neměla přesáhnout 15° (Čihák, 2001). Haladová a Nechvátalová (2008) uvádí, že extenze do 10° je někdy považována za pohyb fyziologický, při větším stupni se jedná o rekurvací kolene.

**Vnitřní a zevní rotace** jsou možné jen za současné flexe kolenního kloubu, přičemž největších rozsahů je dosaženo při flexi 45-90° (Dylevský, 2009). Vnitřní rotace probíhá v rozsahu 5-10°, zevní v rozsahu 30-50° (Čihák, 2001).

### 1.2.3 Neurofyziologie kolenního kloubu

V kolenním kloubu spolu artikulují dvě nejdelší kosti lidského těla, které tak tvoří ramena páky a měkké tkáně kloubu proto musejí odolávat extrémním momentům sil. Z toho důvodu je nezbytná správná dynamická neuromuskulární kontrola, která zahrnuje koordinaci a správné časování stabilizačních svalů, adekvátní vzorce aktivace, optimální reakční časy a momenty sil. K tomu je nezbytná propiocepce, která zajišťuje vnímání tělesného a dynamického pohybového schématu prostřednictvím mechanoreceptorů (Bartoniček, Heřt, 2004; Mayer, Smékal, 2004). I když definice propiocepce se u různých autorů liší (Baltaci, Kohl, 2003; Nyland et al., 1994), její význam z hlediska komplexního řízení pohybů zůstává stejný.

Jednou z důležitých funkcí sensorického čítí je schopnost poskytnout informaci o aktuálním stavu motorického systému před tím, než bude iniciován pohyb. Např. před tím než bude iniciován krok, musí centrální nervová soustava (dále jen CNS) vědět, zda stojíme pravou nebo levou nohou vpředu. Tyto informace jsou získávány aferentní zpětnou vazbou prostřednictvím různých propioceptorů, a to se zdá být stěžejní pro výběr správného pohybového vzorce (Schmidt, Lee, 2005). Prostřednictvím aferentní zpětné vazby jsou pohyby nejen korigovány, ale jsou také umožněny pozdější korekce, díky kterým je zajištěna větší efektivita budoucích pohybů (Gentile and Higgins in Nyland, 1994).

Kolenní kloub má značnou aferentní inervaci, jejíž součástí jsou různé typy mechanoreceptorů, které touto cestou informují CNS o tlaku, poloze a pohybu kloubu, napětí měkkých struktur a působících silách. Zhruba 55% ze všech nervových vláken kloubu představují středně silná myelinizovaná vlákna, která přenášejí informace z mechanoreceptorů do centrálního nervového systému (Wyke in Nyland et al., 1994). Na základě anatomických a funkčních poznatků jsou tyto receptory klasifikovány do čtyř typů (Nyland et al., 1994).

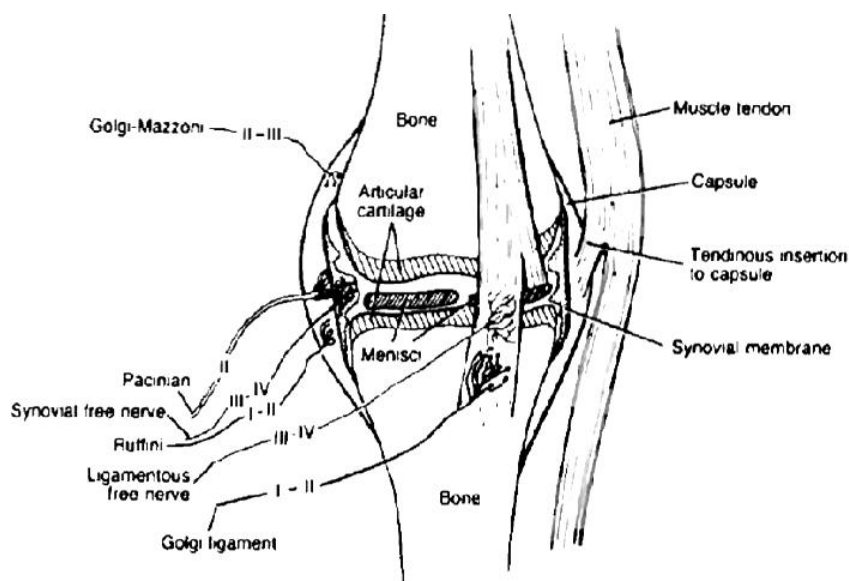
#### Přehled mechanoreceptorů kolenního kloubu (Obrázek 1)

**Ruffiniho tělíska** se nacházejí v povrchové vrstvě kloubního pouzdra a v pojivové tkáni. Jedná se o receptory s pomalou adaptací, které registrují polohu kloubu, změny intraartikulárního tlaku, směr a rychlost pohybu (Wyke in Nyland et al., 1994).

**Vater-Pacciniho tělíska** jsou přítomna ve všech kloubních pouzdrech a v periostu. Tyto receptory se rychle adaptují a jsou považovány za nejcitlivější indikátory změněného napětí vazů, reagují na vibrace a rychlý pohyb během iniciace a terminace pohybu v kloubu (Schutte et al. in Nyland et al., 1994).

**Golgiho-Mazzoniho tělíska** jsou lokalizována především v nitrokloubních a postranních vazech kolenního kloubu (Wyke in Nyland et al., 1994). Podobají se Golgiho šlachovému tělískům, pomalu se adaptují a v imobilních kloubech jsou zcela inaktivní. Reagují na extrémní polohy kloubu a inhibují svalové agonisty (Nyland et al., 1994).

**Volná nervová zakončení** informují o bolestivých podnětech, které mohou být vyvolány mechanickým i chemickým působením (Biedert et al. in Nyland et al., 1994).



**Obrázek 1. Schematické znázornění mechanoreceptorů kolenního kloubu. (Gould in Nyland et al., 1994)**

Výzkumy prokazují, že svalová vřeténka, která jsou citlivá především na změny délky svalů, mají svou roli i v propriocepci. V rámci svalové excitability spolupracují s Golgiho šlachovými tělísky, intraartikulárními mechanoreceptory a kožními receptory (Nyland et al., 1994). Novější studie dokonce ukazují, že mozek ke zpracování polohy a pohybu těla v prostoru využívá především informace ze svalových vřetének a zdá se, že

receptory v kloubech v důsledku toho nemají v tomto řízení hlavní roli (Proske, Gandevia, 2009).

Je také dokázáno, že poškození měkkých struktur kolene (i izolované) má negativní vliv na propriocepci kolenního kloubu. Ještě zajímavější je fakt, že tato změna má zřejmě vliv i na kontralaterální koleno (Ageberg in Mayer, Smékal, 2004; Pap et al., 1999; Wojtys, Huston in Mayer, Smékal, 2004). Jerosch et al. (1996) prokázali signifikantní zhoršení polohocitu u kolenního kloubu s lézí mediálního menisku, ale kontralaterální kloub podobné změny nevykazoval.

Po rekonstrukční operaci předního zkříženého vazy, kdy je odebrán štěp z ligamentum patellae, je sice zlepšena mechanická stabilita kloubu, ale nelze již obnovit původní aferentní receptory z ligament. Tím je narušena propriocepce, která je podstatná pro následnou rehabilitaci a dlouhodobý pooperační výsledek (Nyland et al., 1994; Mayer, Smékal, 2004). Proprioceptivní aferentace má nezastupitelnou roli při kontrole, časování a koordinaci pohybů během sportovního výkonu (Glencross, Thornton in Nyland, 1994). Jak píše Baltaci a Kohl (2003), faktory, které přispívají k funkční instabilitě kloubu, jsou snížený rozsah pohybu, snížená svalová síla extensorů kolenního kloubu a snížení kloubní propriocepce.

Stále více studií ukazuje, že narušení nervosvalové kontroly dynamické stabilizace kolenního kloubu a její zpětné kontroly je jedním z klíčových faktorů vzniku poškození měkkých struktur kolena. Oblast kolenního kloubu je navíc poměrně málo zastoupená v primární senzitivní i motorické korové oblasti (Obrázek 2), z čehož vyplývá, že se snadněji vytrácí z vědomého tělesného i pohybového schématu (Mayer, Smékal, 2004). Jak píše Blackburn et al. (2008), hamstringy (tím rozumíme ischiokrurální svalovou skupinu – m. semimembranosus, m. semitendinosus a m. biceps femoris) fungují jako synergisté s předním zkříženým vazem (dále jen LCA), přičemž omezují jeho přetěžování. Proto je nervosvalová kontrola těchto svalů nezbytná pro dynamickou stabilitu kolenního kloubu. Důležitá je také vyvážená aktivace m. vastus medialis a m. vastus lateralis, což je popisováno jako vektor Q-síly (Mayer, Smékal, 2004).



Kolísání hladiny pohlavních hormonů během menstruačního cyklu bylo zkoumáno jako potencionální faktor zvýšeného rizika zranění LCA u žen. Studie potvrdily vliv hladiny hormonů na riziko poranění, ale výsledky se rozcházely v závěrech, která fáze cyklu je z tohoto hlediska nejrizikovější, zda folikulární nebo ovulační. Je však několik důvodů, proč jsou výsledky rozporuplné. Některé studie spoléhaly na sdělení sportovkyň o fázi menstruačního cyklu, při které došlo k poranění. Jiné studie se liší samotnou definicí počtu dní pro jednotlivé fáze cyklu. Další skutečností je, že v dnešní době je běžné brát hormonální antikoncepci a není jisté, že endogenní i exogenní hormony působí stejně (Dugan, 2005).

K podobným závěrům došel ve svém článku i Vescovi (2011), který hodnotil studie zabývající se tímto tématem. Ty se potýkaly s obdobnými problémy a nelze z nich vyvozovat závěry, které by dávaly do spojitosti konkrétní fázi cyklu s vyšším rizikem poranění LCA. Výzkum, který provedli Van Lunen et al. (2003) neprokázal spojitost mezi hladinami hormonů (estrogeny, estradiol, progesteron, luteinizační hormon, folikul-stimulující hormon a testosteron) v závislosti na fázi cyklu a laxicitou LCA.

<p><b>faktory anatomické a biomechanické</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- větší antevertze krčku femuru</li> <li>- větší Q úhel (úhel „valgozity“)</li> <li>- redukce interkondylárního prostoru</li> <li>- častější dislokace pately</li> <li>- větší zevní rotace tibie, noha v pronačním postavení</li> <li>- větší laxicita vazivové tkáně</li> </ul>
<p><b>faktory hormonální</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- poměr progesteron/estrogeny (elasticita a vyzrání kolagenu)</li> <li>- exogenní látky s estrogení aktivitou</li> <li>- androgeny (pevnost a diferenciací vaziva, celková kondice)</li> <li>- dekonice po graviditě</li> <li>- kortikoterapie, stres, poruchy cyklu, poruchy imunity (narušení osy hypothalamus-hypofýza-nadledvinky)</li> </ul>
<p><b>faktory neuromotorické</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nedostatečná aktivace hamstringů</li> <li>- celkově slabší preaktivace stabilizačních svalů</li> <li>- pomalejší reakční časy</li> </ul>

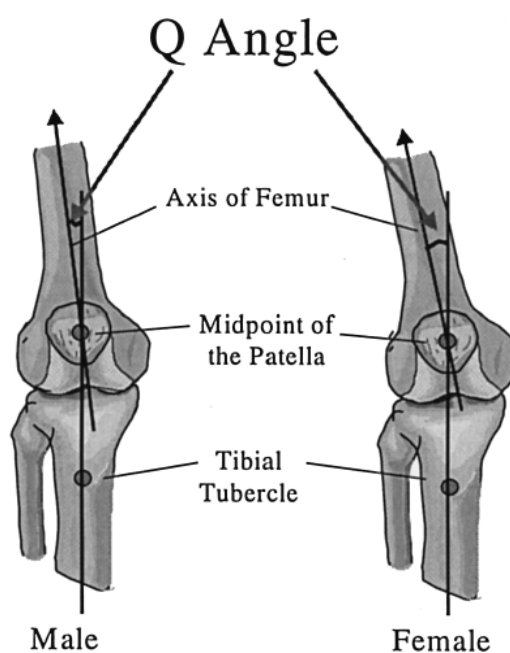
**Tabulka 1. Faktory predisponující ženské koleno k poškození měkkých struktur (Mayer, Smékal, 2004)**



### Anatomické a biomechanické parametry

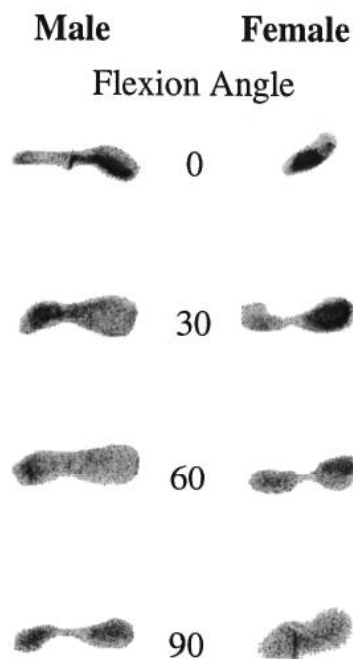
U žen je oproti mužům popisována větší antevertze krčku femuru a větší Q-úhel (*quadriceps angle*), neboli úhel valgozity (Mayer, Smékal, 2004). Ten je popisován jako ostrý úhel mezi linií spojující SIAS (*spina iliaca anterior superior*) a střed pately a osou *lig. patellae*, která spojuje střed čěšky a *tuberositas tibiae* (Obrázek 3). U mužů je popisována fyziologická hodnota tohoto úhlu do 10° a u žen do 15°. Hodnoty větší než 20° jsou považovány za patologii (Bartoniček, Heřt, 2004). Větší valgozita kolene více namáhá laterální kompartment, což přetěžuje vnitřní postranní vaz (Ireland, Hutchinson in Mayer, Smékal, 2004). Mayer a Smékal (2004) dále u žen popisují asymetrii Q-síly danou relativní hypoaktivitou *m. vastus medialis*, redukcí interkondylárního prostoru („*notch*“) a častější dislokace pately.

Jak uvádí Csintalan et al. (2002), u žen se častěji vyskytuje bolestivý syndrom patelofemorálního kloubu. Jako možné důvody vzniku tohoto syndromu jsou uváděny následující faktory: oslabení či atrofie *m. vastus medialis*, zvětšený Q-úhel, genu valgum, antevertze femuru, zevní rotace tibie, abnormální tvar pately, pevnost zevního postranního vazy, pronační postavení nohy a morfologie femorálního žlábků (Scuderi in Csintalan et al., 2002). Některé z těchto faktorů popisují Mayer a Smékal (2004) jako obvyklé parametry ženského kolenního kloubu.



**Obrázek 3. Rozdíl v Q-úhlu u mužů a u žen (Csintalan et al., 2002)**

Csintalan et al. (2002) ve své studii porovnávali patelofemorální kloubní kontakt (dále jen PFKK) a tlakové zatížení (dále jen TZ) během flexe kolenního kloubu u mužů a u žen. Při menších flexích kolenního kloubu ( $0^\circ$  a  $30^\circ$ ) nenašli signifikantní rozdíl v PFKK mezi muži a ženami. Ve větších flexích kolenního kloubu ( $60^\circ$  a  $90^\circ$ ) byl PFKK u mužů signifikantně větší než u žen, přičemž rozdíl byl tím patrnější, čím byla větší flexe kolenního kloubu. PFKK u mužů byl větší než u žen jak v neutrálním postavení tibie, tak při její zevní i vnitřní rotaci. Z hlediska PFKK v závislosti na vzrůstající síle m. vastus medialis při  $0^\circ$  flexi nenašli signifikantní rozdíly mezi pohlavími, nicméně potvrdili, že se vzrůstajícím zapojením tohoto svalu (0 – 100.5 N, resp. 0 – 150%) dochází ke zvětšování PFKK bez ohledu na pohlaví. Potvrdili signifikantně vyšší TZ u žen při všech třech postaveních tibie, a to především při menší flexi kolenního kloubu. U žen bylo TZ více závislé na míře zapojení m. vastus medialis (Obrázek 4).



**Obrázek 4.** Znázornění pohlavních rozdílů ve velikosti plochy patelofemorálního kloubního kontaktu a tlakového zatížení (čím tmavší zbarvení, tím vyšší TZ dané oblasti) v  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  a  $90^\circ$  flexi kolenního kloubu při 100% zapojení m. vastus medialis (67 N) a při neutrální rotační pozici tibie (Csintalan et al., 2002)

Varadarajan et al. (2009) ve své studii zkoumali kinematiku tibiofemorálního kloubu během výpadu na jednu dolní končetinu. Mnoho měřených parametrů (např. anterioposteriorní a mediolaterální translační pohyby v kloubu) nebylo signifikantně odlišných mezi muži a ženami. Nicméně u žen byla naměřena větší zevní rotace tibie při 0° flexi, menší vnitřní rotace ve 30° flexi a celkově větší rozsah rotačního pohybu tibie během funkčního zatížení kolenního kloubu (výpad na jednu dolní končetinu).

### Neuromotorické parametry

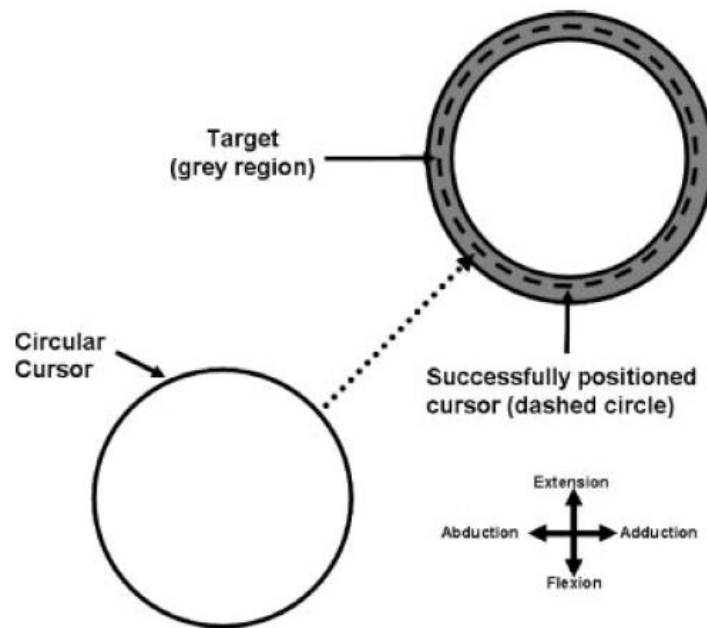
Vzhledem k tomu, že v kolenním kloubu je relativně malá kongruence kloubních ploch, pro jeho stabilitu je nezbytná dynamická neuromuskulární kontrola okolních svalů (Blackburn et al., 2008). Existuje spousta studií, které se zabývají právě rozdíly v biomechanice a neuromuskulárním řízení mezi muži a ženami. Ukazuje se, že ženy při sportu běhají, skáčou a dopadají jinak než muži. Ženy doskakují s větším úhlem valgozity a je u nich signifikantní rozdíl mezi dominantní a nedominantní končetinou na rozdíl od mužů (Dugan, 2005).

M. quadriceps femoris a hamstringy jakožto největší svaly ovlivňující kolenní kloub jsou nejčastěji studovány v souvislosti s pohlavními rozdíly v neuromuskulárním řízení. Ženy mají menší svalovou sílu obou svalových skupin než muži, a to i pokud jsou naměřené hodnoty vztaženy na tělesnou hmotnost (Hakkinen et al. and Kanehisa et al. in Dugan, 2005).

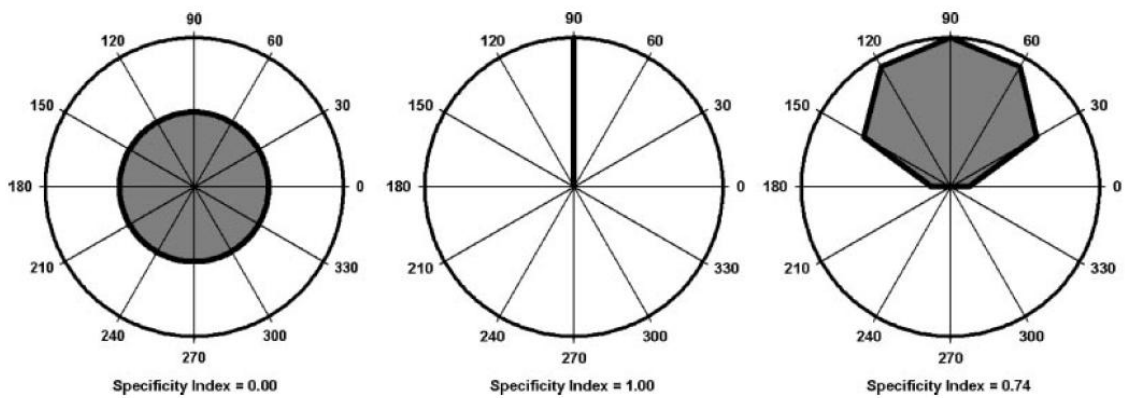
Blackburn et al. (2008) se ve své studii zabývali pohlavními rozdíly v neuromechanických vlastnostech hamstringů v souvislosti s jejich šlacho-svalovou tuhostí (dále jen MTS z anglického *musculotendinous stiffness*). Dále měřili čas, který probandi potřebovali k tomu, aby dosáhli 50% svalové síly (*Time50%*) naměřené individuálně při maximální izometrické kontrakci hamstringů. MTS byla u mužů signifikantně větší než u žen a zároveň *Time50%* byl signifikantně delší u žen než u mužů. Z těchto výsledků se ukazuje, že jedinci s větší MTS (obecně tedy muži) jsou schopni dosáhnout specifické relativní síly v kratším čase, což přispívá k rychlejší stabilizaci kloubu při vychýlení.

Krishnan et al. (2007) ve své studii zkoumali pohlavní rozdíly ve volní motorické kontrole m. quadriceps femoris a hamstringů pomocí povrchové elektromyografie (dále jen EMG) a tzv. „*target matching protocol*“, který hodnotil schopnost jedince vyprodukovat adekvátní sílu (nábor motorických jednotek) v různých

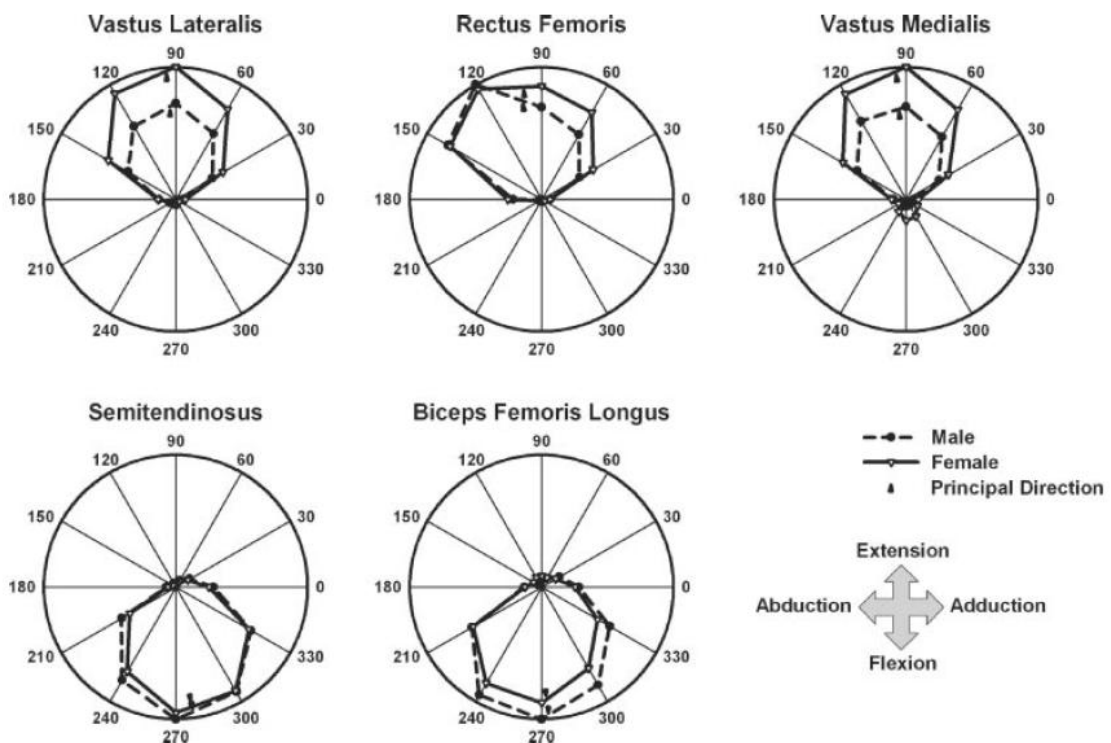
směrech pohybu a jeho přesnost. Probandi měli za úkol přesunout kruhový kurzor co nejpřesněji do cíle (Obrázek 5), přičemž pro pohyb kurzoru stačilo aplikovat 30% svalové síly vypočítané individuálně z maximální volní izometrické kontrakce. Pomocí speciálního softwaru, který vyhodnotil signály z EMG a převedl je na vektory pro jednotlivé svaly, zjistili tzv. vzorce svalové aktivity, hlavní směr svalové aktivity a z těchto veličin vypočítali index specifity svalu, který se teoreticky pohybuje od 0 do 1 (Obrázek 6). Ve výsledku ženy oproti mužům vykazovaly signifikantně nižší specifitu ve svalovém vzorci u m. vastus medialis, m. rectus femoris a m. biceps femoris, podobná byla specifita u m. vastus lateralis a m. semitendinosus. Asi nejzajímavějším zjištěním této studie byl fakt, že ženy více zapojují m. vastus medialis (dále jen VM) a m. vastus lateralis (dále jen VL) než muži pro dosažení standardizovaného 30% zatížení svalu (Obrázek 7).



**Obrázek 5. Znázornění pro levé koleno - kruhový kurzor (circular cursor) a cíl (target), přerušovaný kruh znázorňuje úspěšně umístěný kruhový kurzor v cíli (Krishnan et al., 2007)**



Obrázek 6. Vlevo – index specifičnosti 0 znázorňuje sval, který je rovnocenně aktivní ve všech směrech (zcela nespecifický sval) a je zobrazen jako kruh; uprostřed – index specifičnosti 1 znázorňuje sval, který je aktivní pouze v jediném směru (totální specifičnost svalu) a je zobrazen jako radius; vpravo – schéma znázorňuje sval, jehož zhruba 74% aktivity je ve směru hlavního směru svalové aktivity, což se více blíží fyziologickému vzorci (Krishnan et al. 2008)



Obrázek 7. Znázornění průměrných vzorců svalové aktivity u mužů a u žen. Čísla kolem kruhových ploch představují lokalizaci cíle (target) ve stupních. Patrný je rozdíl v míře zapojení VM a VL u žen oproti mužům (Krishnan et al., 2008)

Rozdíly v míře zapojení VM a VL mohou být důsledkem rozdílné morfologie a jiného zastoupení pomalých a rychlých vláken ve svalu, což se projeví odlišným

signálem na EMG (rychlá vlákna vykazují větší potenciál než vlákna pomalá). Jiným vysvětlením pro rozdíly ve svalové aktivitě VM a VL může být odlišný způsob náboru motorických jednotek. Existují důkazy pro to, že ženy zapojují větší počet motorických jednotek než muži při stejné svalové kontrakci a dávají přednost zapojení dalších motorických jednotek před zvýšením frekvence elektrických impulzů (Krishnan et al., 2008).

Hewett et al. (in Dugan, 2005) zkoumali pohlavní rozdíly ve stabilitě při stožení na jedné noze. Když porovnávali zdravé jedince, byly lepší ženy. Nicméně pokud porovnávali osoby s poškozením LCA, muži na tom byli se stabilitou lépe (před i po operaci). Snížená stabilita navíc u žen pooperačně přetrvávala déle než u mužů.

Výsledky laboratorní studie, kterou provedli Huston a Wojtys (in Dugan, 2005), poukazují na odlišné pohybové strategie mužů a žen. Pokud byla na končetiny testovaných aplikována síla, která působila anteriorní translaci tibie, každá skupina zareagovala zapojením jiných svalů. Sportující ženy nejprve aktivovaly m. quadriceps femoris, muži a netrénované ženy hamstringy. Tento fenomén byl popsán jako „vzorec quadricepsové dominance“ (*quadriceps-dominant pattern*) u sportovkyň.

### 1.2.5 Biomechanika kolenního kloubu u volejbalistů

Pohyb ve volejbale je charakterizován mnohačetnými výskoky, ať už z místa při blokování nebo s rozběhem při smečování a podání, četnými starty a krátkými rychlými běhy s prudkými změnami směru. Hráči neustále střídají akceleraci a deceleraci a namáhají tak vazivový aparát kolenního kloubu. Významný vliv na to, které části pohybového aparátu budou více namáhány, má specializace jednotlivých hráčů. To se samozřejmě nevztahuje na plážové volejbalisty, kteří jsou na hřišti pouze dva a téměř rovnoměrně zastávají všechny funkce. Přestože se plážový volejbal vyvinul z klasického volejbalu hraného na tvrdém povrchu, právě přítomnost písku hraje významnou roli pro odlišnou biomechaniku pohybu u klasických a plážových volejbalistů. Nejen, že pohyb v písku vyžaduje vyšší energetické nároky vzhledem ke zvýšené šlacho-svalové práci a snížené šlacho-svalové efektivitě (Lejeune et al. in Tilp et al., 2008), ale mění se i jeho jednotlivé složky.

Jelikož pro volejbal je esenciální výskok, zabývá se jím i většina studií. Tilp et al. (2008) pomocí 3D kinematiky zjišťovali rozdíly ve smečářském výskoku na tvrdém

povrchu (dále jen TP) a písku u stejných jedinců, přičemž před testováním na obou površích byla hráčům ponechána dostatečně dlouhá doba, po kterou trénovali na daném povrchu (řádově týdny). Tento čas by měl být dostatečný pro adaptaci neuromuskulárního řízení. Fáze smečářského výskoku byly pro účely studie rozděleny tak, jak ukazuje Obrázek 8, přičemž studie se soustředila na první část smečářského výskoku, tzv. *approach phase*, což je sled pohybů, které probíhají před tím, než dojde k odlepení od podložky (*take off*). Signifikantní rozdíly našli:

- 1) v kinematice těžiště těla
- 2) v protipohybu (čímž rozumíme výskok s předchozím podřepem, tedy přechod z *downward* do *upward* fáze)
- 3) v kinematice přibližovací fáze
- 4) v úhlových amplitudách pro dolní končetiny

#### Rozdíly v kinematice těžiště těla

Naměřená výška skoku (rozdíl mezi pozicí těžiště v momentě odrazu a v nejvyšší dosažené výšce) byla přibližně o 13% vyšší (67,7 vs. 60,0 cm) na TP než v písku. Doba vzestupné fáze byla na písku prodloužená oproti TP a maximální rychlost těžiště při odrazu (*take off*), což úzce souvisí s maximální výškou skoku, byla vyšší na TP.

#### Rozdíly v protipohybu

Úhlová rychlost pravého kolene byla na písku nižší než na TP a extenze obou kolen v momentě před odrazem byla na písku prodloužená oproti TP.

#### Rozdíly v kinematice přibližovací fáze

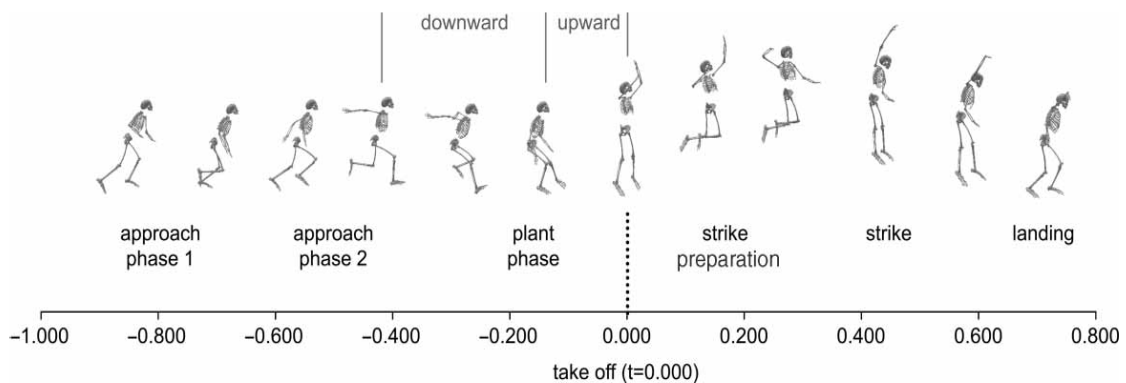
Délka druhého a nejdůležitějšího kroku přibližovací fáze byla větší na TP než na písku (171,8 vs. 145,3 cm). Na písku byla zjištěna také změna ve vnitřních rotacích obou hlezenních kloubů, což vedlo k více paralelnímu postavení nohou během odrazu. Na písčném povrchu zůstávala pravá noha více horizontálně, což naznačuje, že volejbalisté během přibližovací fáze dopadají spíše celou ploskou najednou, než aby nejprve dopadli na patu jako je tomu na TP.

Rozdíly v úhlových amplitudách pro dolní končetiny

U dorzální flexe obou hlezenních kloubů a u flexe levého kolenního i kyčelního kloubu byly dosažené kloubní rozsahy výrazně nižší na TP než v písku.

Tilp et al. (2008) nenalezli žádné signifikantní rozdíly v kinematice horních končetin, z čehož lze usuzovat, že většinu kompenzačních mechanismů pro pohyb na odlišném povrchu zajišťují dolní končetiny.

Bishop (2003) ve své studii měřil maximální dosaženou výšku kromě smečářského výskoku i u výskoku ze statického dřepu, výskoku z dynamického dřepu a výskoku na blok. Všechny naměřené hodnoty byly signifikantně nižší na písku než na TP, což jen potvrdilo obecně předpokládanou hypotézu, která se opírá o fakt, že písek absorbuje většinu energie vynaložené na odraz. Tento fakt by mohl být kompenzován tím, že zvýšenou poddajností písku dochází k prodloužení kontrakční fáze před odrazem (celý výskok je v písku oproti TP zpomalen, jak uvádí Tilp et al., 2008), tedy k většímu náboru motorických jednotek. A ačkoli se prodloužení kontrakčního času může projevit ve zvýšení síly při začátku výskoku, není tato energie dostatečná k tomu, aby se tím kompenzovaly absorpční vlastnosti písku (Bishop, 2003).



**Obrázek 8. Jednotlivé fáze smečářského výskoku pro pravorukého hráče. Approach phase = přibližovací fáze se skládá ze tří kroků (levá, pravá, levá noha), přechází v plantární fázi = plant phase, kdy jsou obě nohy v kontaktu se zemí a končí momentem odrazu = take off. Sestupná = downward a vzestupná = upward část byla definována jako negativní a pozitivní rychlost těžiště těla (Tilp et al., 2008)**



### 1.3 Přehled zranění kolenního kloubu při sportu

Podle Pilného et al. (2007) existují tyto typy poranění kolenního kloubu:

- 1) Poškození chrupavek kosti holenní a stehenní (artróza nebo chondropatie kolenního kloubu)
- 2) Poškození chrupavek česky
- 3) Vykloubení česky
- 4) Poškození menisků
- 5) Poškození postranních vazů
- 6) Poškození zkřížených vazů
- 7) Nešťastná triáda
- 8) Skokanské koleno
- 9) Zlomeniny česky

#### Poškození chrupavek kosti holenní a stehenní

K poškození chrupavek kosti holenní a stehenní (artróza nebo chondropatie) nejčastěji dochází při jejím přetížení spojeném s nadměrnou hmotností nebo při běhu na tvrdém povrchu. Pokud se zvýší stupeň poškozování chrupavky, nebo se sníží schopnost její regenerace, dojde tak k převaze degenerace, která se projeví následnou reakcí kostí pod chrupavkou a bolestivostí. S tímto typem poškození kolenního kloubu se setkáváme u mladých jedinců při prudkém zvýšení tréninku, kdy se snaží rychle zlepšit svou výkonnost a chrupavky se nestačí tak rychle adaptovat. Dále u starších jedinců, u kterých je zpomalena regenerace chrupavky. Negativní vliv mají i proběhnuté záněty kloubu, zlomeniny kostí pod chrupavkou nebo ruptury menisků (chrupavka je poškozena na straně porušeného menisku, ať je operovaný či není). Degenerace chrupavky se může objevit u vrozených deformit kolen, tedy u varózního (přetížena vnitřní část chrupavky) či valgózního (přetížena zevní část chrupavky) postavení. Prvními projevy je bolest na postižené straně kloubu při rozejití, při chůzi ze schodů, přítomny bývají otoky večer po zátěži. Kolenní kloub se plní žlutavou serózní tekutinou.

### Poškození chrupavek česky

Poškození chrupavky pately se vyskytuje po nárazech a pádech na kolenní kloub, při kterých dojde k tzv. vyrazení chrupavky. Dále po delší imobilizaci (např. v ortéze), kdy dojde k atrofii stehenních svalů. Tím se změní postavení česky ve femorálním žlábků, v důsledku toho i její výživa a schopnost regenerace a dochází k jejímu mechanickému poškozování. Podobně je tomu i u jednostranného posilování stehenních svalů nebo naopak při podvědomém šetření jedné dolní končetiny např. po úraze. Predispozicí je specifický tvar pately, která tak má tendenci k subluxaci či luxaci. Příznaky jsou bolestivost pod česku při dřepu, jízdě na kole nebo při delším sezení s flektovanými koleny. Naopak při natažení dolní končetiny pociťuje dotýčný úlevu. Po zátěži se objevují otoky kolenního kloubu a při palpačním vyšetření tlakem na česku se poškození projevuje bolestivostí.

### Vykloubení česky

Přímým pádem nebo úderem na patelu dochází k jejímu vykloubení. Dochází k přetržení vazivových struktur, které česku fixují, a patela je dislokována do strany. Poranění udávají, že jim „vypadlo koleno“. Česka se obvykle vrátí zpět na své místo. Příznakem je deformita kolenního kloubu na přední straně (pokud patela zůstane vykloubená), omezení pohybů, bolestivost a rychle se rozvíjející náplň kloubu krví.

### Poškození menisků

K poškození menisků dochází při podvrtnutí kolena rotací kolem jeho podélné osy, kdy dojde k vklínění menisku mezi kloubní plochy, které ho při trvajícím násilí drtí nebo trhají. Nebo dochází k „rozdrbání“ menisku při artróze kolenního kloubu mezi kloubními plochami, které ztratily krytí chrupavkou. Příznakem je bolestivost na kloubní štěrbině poškozeného menisku při palpaci, někdy je hmatná rezistence. Dále postupný nárůst bolesti při delším běhu, přeskokování v koleni při dřepu, u longitudinálních ruptur vázne flexe nebo naopak extenze kolenního kloubu. V kloubu je přítomna tekutina.

### Poškození postranních vazů

Poškození vnitřních a zevních postranních vazů je typické u běžců či lyžařů a u fotbalistů při skluzu. K poškození dochází tahem za vaz, který se přepíná, nejčastěji

při fixovaném bérce, kdy se tělo pohybuje setrvačností do strany. Může dojít k distenzi (mikroskopické ruptury), částečnému nebo úplnému přetržení vazů. Projevuje se bolestivostí na straně poškozeného vazů při jeho napnutí, u úplných ruptur nacházíme pohyblivost bérce do strany. Přítomen bývá krevní výron na postižené straně.

#### Poškození zkřížených vazů

K poškození zkřížených vazů kolenního kloubu dochází při jeho rotačním pohybu – např. při nekoordinovaném pohybu při dopadu z výskoku při volejbale. Dále při pádu na lyžích, při proslápnutí kolena při fotbale nebo přímým nárazem na koleno. Projevuje se bolestivostí uvnitř kolenního kloubu nebo v podkolenní, otokem a náplní kolene krví, pocitem podklesávání kolene. Pozitivní je tzv. zásuvkový test.

#### Nešťastná triáda

Jako „nešťastnou triádu“ označujeme stav, kdy dojde k poškození zkříženého i postranního vazů a menisku. Obvykle po pádu na lyžích ve velké rychlosti, při kterém dojde rotačním pohybem v kolenu k poranění všech tří struktur.

#### Skokanské koleno

„Skokanské koleno“ nebo-li tendinopatie pately je způsobeno opakovaným a dlouhodobým drážděním úponu lig. patellae na česce. Objevuje se u skokanů a sprinterů, ale nejčastěji u volejbalistů a basketbalistů. Opakovanými odrazy u skoků dochází k dráždění a mikrotraumatům lig. patellae v oblasti dolního pólu česky. Drobné trhlinky se hojí jizvou, kterou postupně prorůstají nervová zakončení způsobující bolestivost při další zátěži. Projevem je tedy bolest v oblasti dolního pólu česky při palpaci, bolest při odrazu a při extenzi kolenního kloubu, otok českového vazů.

#### Zlomeniny česky

Zlomeniny pately vznikají nejčastěji pádem přímo na kolenní kloub. Protože je česka sezamskou kostí zavzatou do šlachy m. quadriceps femoris, jejím zlomením dochází k porušení kontinuity šlachy a poraněný nedokáže provést extenzi kolene. Projevem je otok a krevní výron v kolenním kloubu, typickým příznakem je nemožnost natažení dolní končetiny v kolenu.

## **2 PRAKTICKÁ ČÁST**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem teoretické části práce bylo shrnout základní anatomii kolenního kloubu, popsat jeho kineziologii i neurofyziologii. Kapitola 1.2.4 měla za cíl shrnout základní poznatky o pohlavních rozdílech kolenního kloubu v těchto souvislostech. Součástí teoretické části je také kapitola o biomechanice kolenního kloubu při volejbalu a přehled jednotlivých typů zranění kolene při sportu.

Cílem praktické části práce bylo zjistit, jak časté je zranění kolenního kloubu ve volejbalu a jaké poranění kolenního kloubu se u volejbalistů vyskytuje nejčastěji. Dalším bodem bylo zjistit, zda se budou lišit výsledky u klasického a plážového volejbalu a porovnat četnost a charakter poranění kolenního kloubu u mužů a u žen. Získané výsledky byly porovnány s dostupnými literárními zdroji.

## 2.2 Hypotézy

Na základě dostupných literárních poznatků, které jsou uvedeny v teoretické části, jsme se rozhodli stanovit následující hypotézy:

- H1: Poranění kolenního kloubu se častěji vyskytuje u žen než u mužů.
- H2: LCA je častěji poškozeno u žen než u mužů.
- H3: U hráčů klasického volejbalu je vyšší četnost poranění kolenního kloubu než u hráčů plážového volejbalu.
- H4: Charakter poranění kolenního kloubu je jiný u hráčů klasického volejbalu a plážového volejbalu.
- H5: Bolest kolen se častěji vyskytuje u hráčů klasického volejbalu, než u hráčů plážového volejbalu.

## 2.3 Metodika výzkumu

Pro získání co největšího množství dat byla využita dotazníková metoda. Pomocí serveru <http://www.surveymoz.com/> byl vytvořen online dotazník (tištěná verze viz Příloha č. 1), který byl pomocí emailu rozeslán přímo hráčům. Email obsahoval hypertextový odkaz, který probandy přesměroval přímo na internetové stránky, kde odpovídali na položené otázky. Data byla automaticky ukládána na serveru. Probandi měli možnost vyplňování přerušit a vrátit se k němu později.

### 2.3.1 Dotazník

Dotazník se skládal z 5 částí: osobní anamnéza, sportovní anamnéza, část zabývající se bolestmi kolenních kloubů, část dotazující se na specifika prodělaného poranění kolenního kloubu a část shrnující průběh a výsledky terapie. Celkem se jednalo o 25 otázek. Dotazník byl anonymní.

V první části byly touto formou zjištěny následující údaje: pohlaví, věk, výška a váha dotazovaných.

Ve druhé části bylo především zjišťováno, jaký druh volejbalu dotazovaný hraje (zda klasický nebo plážový, přičemž mohla být vybrána jen jedna možnost), jak dlouho a jak často se volejbalu věnuje.

Třetí část týkající se bolesti kolen zjišťovala především, zda vůbec a jak dlouho dotazovaný bolesti pociťuje, kdy začaly, na které dolní končetině se vyskytují a po jak dlouhé době od začátku volejbalové kariéry došlo k prvním projevům. Součástí bylo hodnocení bolesti podle vizuální analogové škály (použita byla grafika z Fricová, 2011).

Čtvrtá část dotazníku byla zaměřena na prodělaná poranění kolenního kloubu. Zjišťovala především, jaké poranění dotyčný prodělal, v jakém časovém odstupu od začátku volejbalové kariéry a následně se otázky zaměřovaly na specifika jednotlivých poranění.

Poslední pátá část měla za cíl zjistit, jak zranění ovlivnilo náročnost a četnost tréninků, zda dotazovaný docházel na rehabilitaci, a jestli měla pozitivní efekt.

### 2.3.2 Výběr probandů

Na základě vyplněných odpovědí bylo z celkového počtu 235 kompletně vyplněných dotazníků vybráno 111 (47%), které byly zahrnuty do konečného zpracování. Pro začlenění do studie museli probandi splňovat následující podmínky.

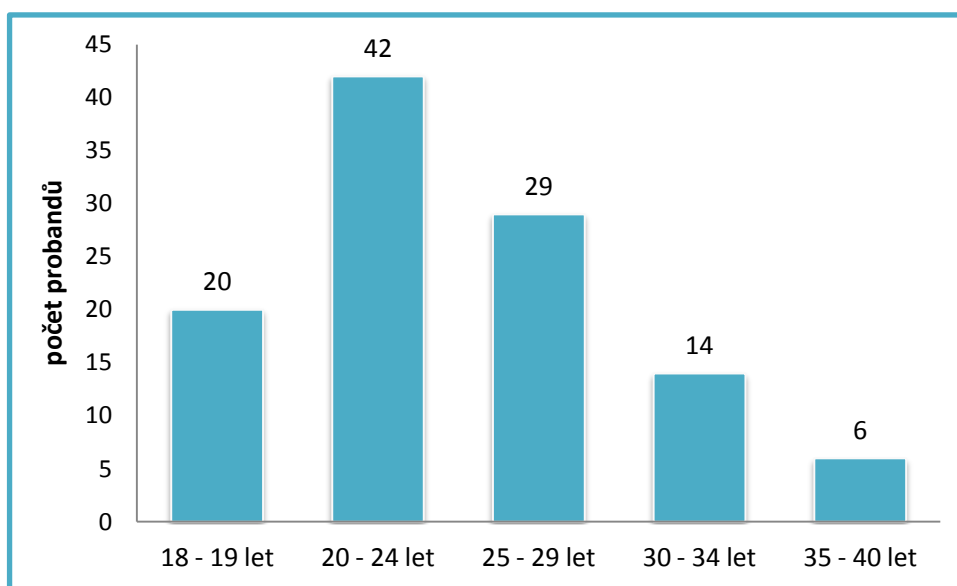
Zařazení byli muži i ženy, kteří klasický či plážový volejbal hrají výkonnostně až vrcholově, což bylo hodnoceno podle počtu hodin, které volejbalu týdně věnují v rámci tréninkové přípravy. Limitem pro zařazení do výzkumu byly minimálně 4 hodiny volejbalového tréninku týdně. Věk probandů byl omezen na 18 – 40 let, a to z toho důvodu, že mezi 18 a 25 lety je ukončován kostní růst a 40 let je věk, do kterého je ještě malá pravděpodobnost vzniku artrózy. Ze studie byli vyřazeni účastníci, kteří udali, že mají vrozené vývojové vady dolních končetin, hráči, kteří se volejbalu věnují méně než 1 rok a ti, kteří věnují více času jinému sportu než volejbalu.

## 2.4 Výsledky výzkumu

Pro vytvoření grafů byl použit program Microsoft Office Excel 2007, data byla získána z vyplněných dotazníků na internetovém serveru <http://www.surveygizmo.com>.

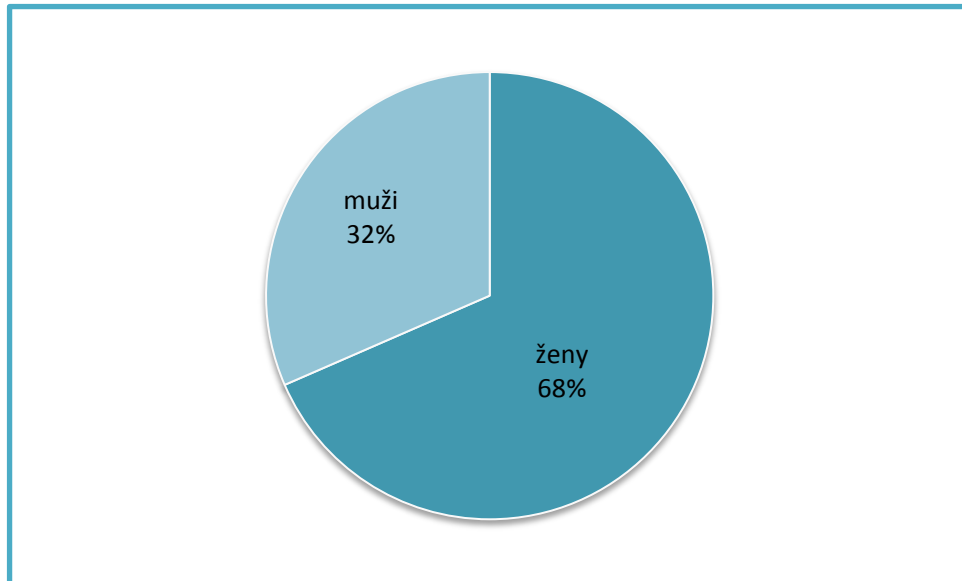
### 2.4.1 Oddíl - osobní anamnéza

Věkové rozmezí se pohybovalo mezi 18 a 39 lety, s průměrným věkem 24.6 let ( $\pm 5.39$  SD). Zastoupení jednotlivých věkových skupin je uvedeno na Obrázku 9. Studie se zúčastnilo 76 žen (68.5%) a 35 mužů (31.5%), jak znázorňuje Obrázek 10. Průměrná výška a váha u žen byla 174.3 cm ( $\pm 6.41$  SD) a 68.4 kg ( $\pm 8.63$  SD), u mužů 188.2 cm ( $\pm 6.47$  SD) a 87.5 kg ( $\pm 12.23$  SD).



Obrázek 9. Početní zastoupení jednotlivých věkových skupin

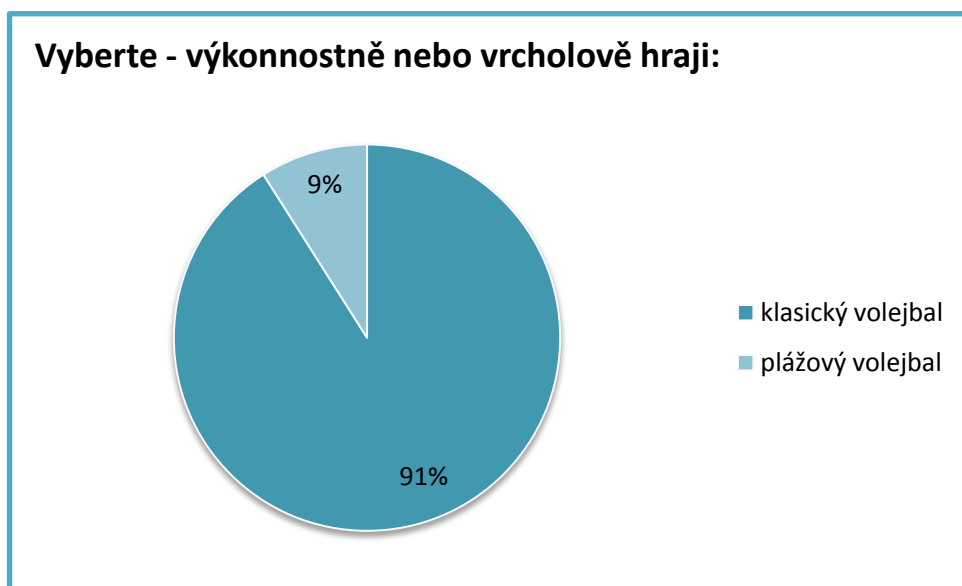




Obrázek 10. Procentuální zastoupení mužů a žen

#### 2.4.2 Oddíl – sportovní anamnéza

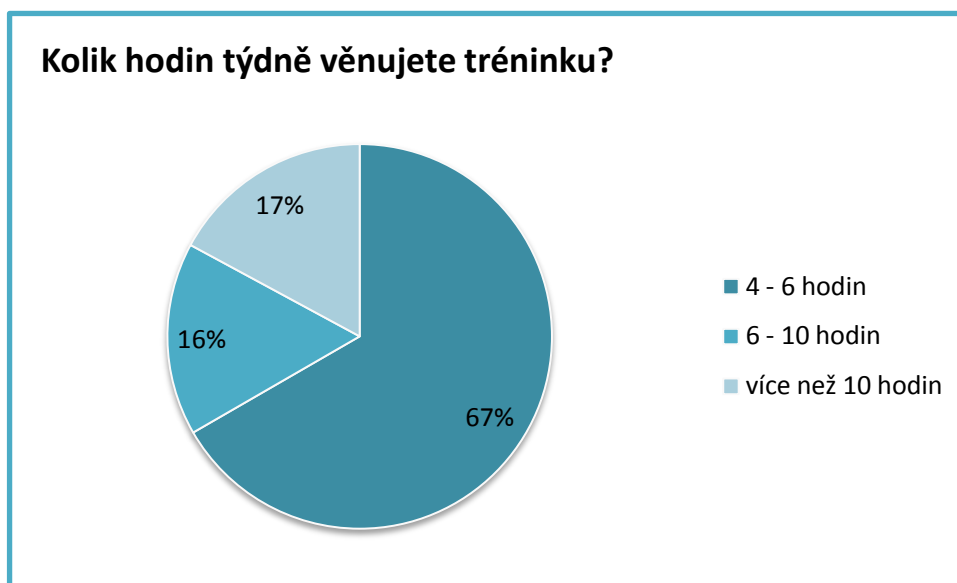
Z celkového počtu 111 probandů jich 101 (91%) uvedlo, že se věnuje klasickému volejbalu a 10 (9%) jich uvedlo, že se věnuje volejbalu plážovému (Obrázek 11). Z toho 96 (86.5%) se stále volejbalu aktivně věnuje, 15 (13.5%) již volejbal nehraje.



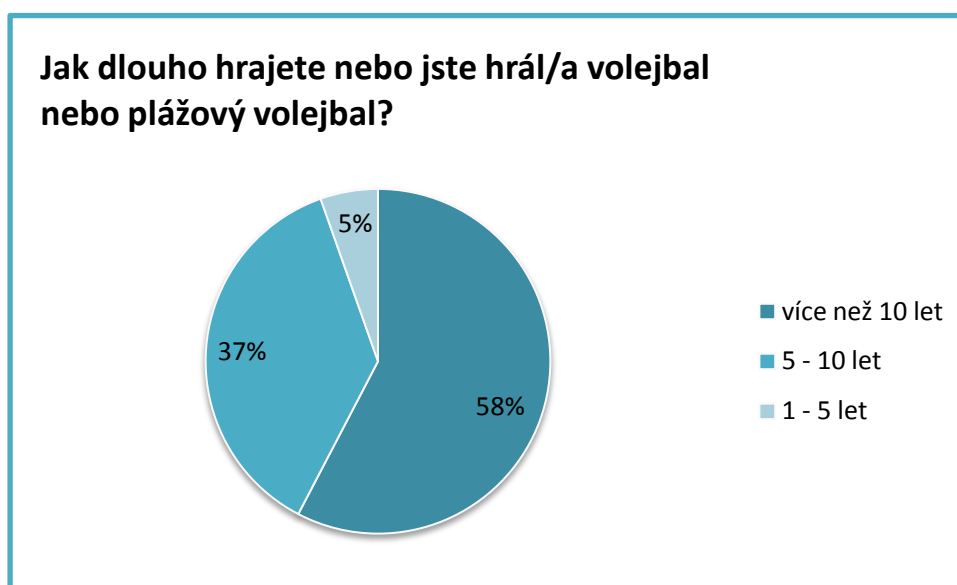
Obrázek 11. Graf znázorňující procentuální podíl hráčů, kteří se věnují klasickému nebo plážovému volejbalu

Nejčastěji se hráči volejbalovému tréninku věnují 4 - 6 hodin týdně, procentuální zastoupení počtu tréninkových hodin za týden je uvedeno na Obrázku 12. Ti, kteří tréninku věnovali méně než 4 hodiny týdně, byli vyřazeni ze studie. Většina (58%) (n=111) probandů uvedla, že se věnuje nebo věnovala volejbalu více jak 10 let (Obrázek 13).

58 respondentů (52%) (n=111) uvedlo, že kromě volejbalu provozuje i další sport, přičemž nejčastěji byla uváděna cyklistika, tenis a plavání. Pokud se proband některému sportu věnoval více než volejbalu, byl vyloučen ze studie.



Obrázek 12. Graf znázorňuje počet tréninkových hodin týdně

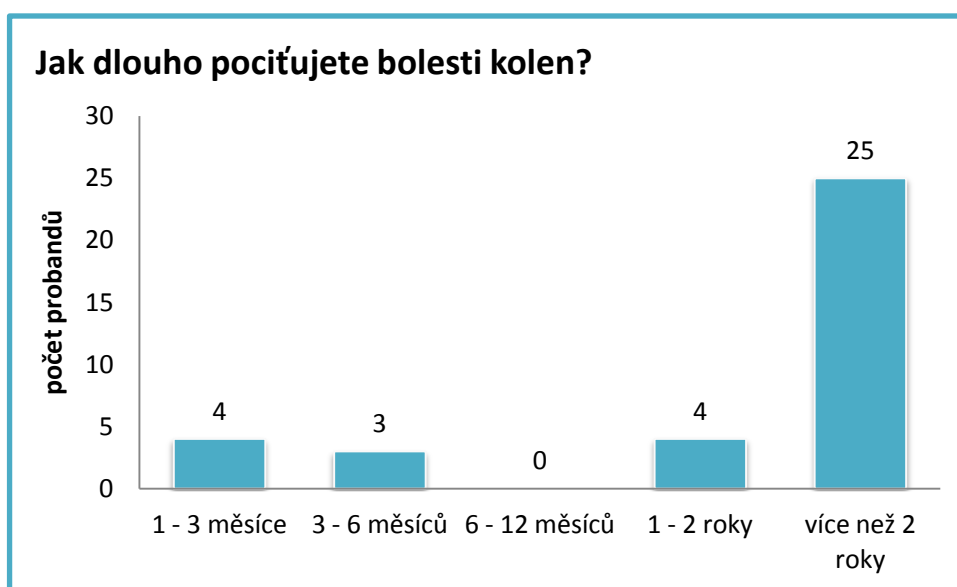


Obrázek 13. Graf znázorňuje délku aktivní volejbalové kariéry

### 2.4.3 Oddíl – bolesti kolenního kloubu

Z celkového počtu 111 probandů si jich 36 (32%) stěžovalo na bolesti kolen trvající déle než 1 měsíc, 25 z nich (70%) uvedlo, že bolestmi trpí déle než 2 roky (Obrázek 14) a 33 z nich (92%) ji dává do souvislosti s hraním volejbalu (Obrázek 15). Na otázku, po jaké době od začátku jejich volejbalové kariéry došlo k prvním projevům bolesti kolen, odpovídali probandi nejčastěji po 5 – 10 letech (47%) (n=36), jak ukazuje graf na Obrázku 16.

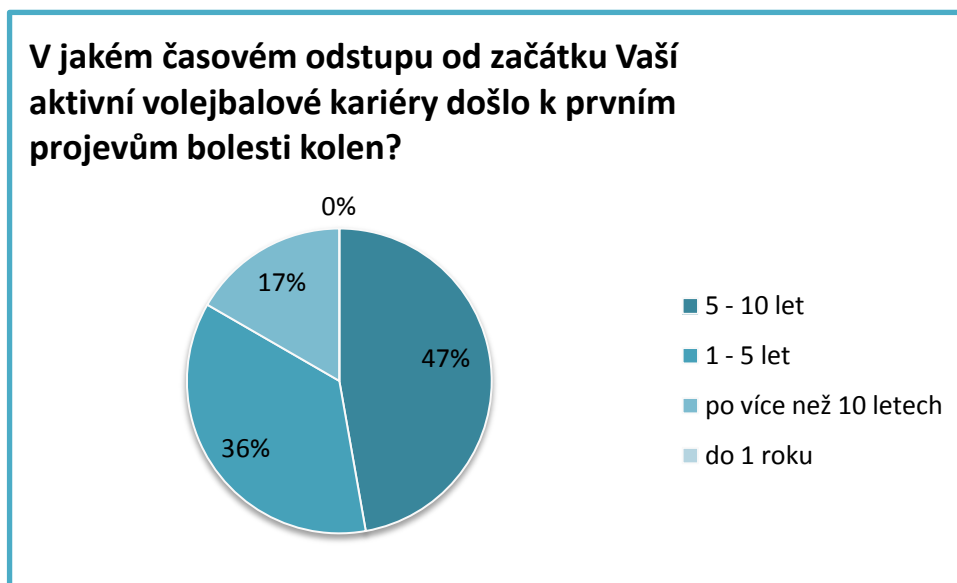
Z celkového počtu 47 odpovědí na otázku zjišťující příčinu vzniku bolestí byl 27x uveden její postupný vznik (57%), 9x návrat k tréninku po delší době bez zátěže (19%) a 7x špatný pohyb (15%), 4x byla příčina neznámá (9%). Nikdo z respondentů nevybral možnost, která popisovala rozvoj bolestí kolen po jiném úrazu pohybového aparátu nebo dlouhodobé nemoci. Z respondentů, kteří se slovně vyjádřili k příčinám bolestí, jich 6 (60%) (n=10) uvedlo, že důvodem byly především opakované dopady a doskoky na tvrdém povrchu (hráči klasického volejbalu).



Obrázek 14. Graf znázorňuje počty probandů podle uvedené doby trvání bolestí kolen



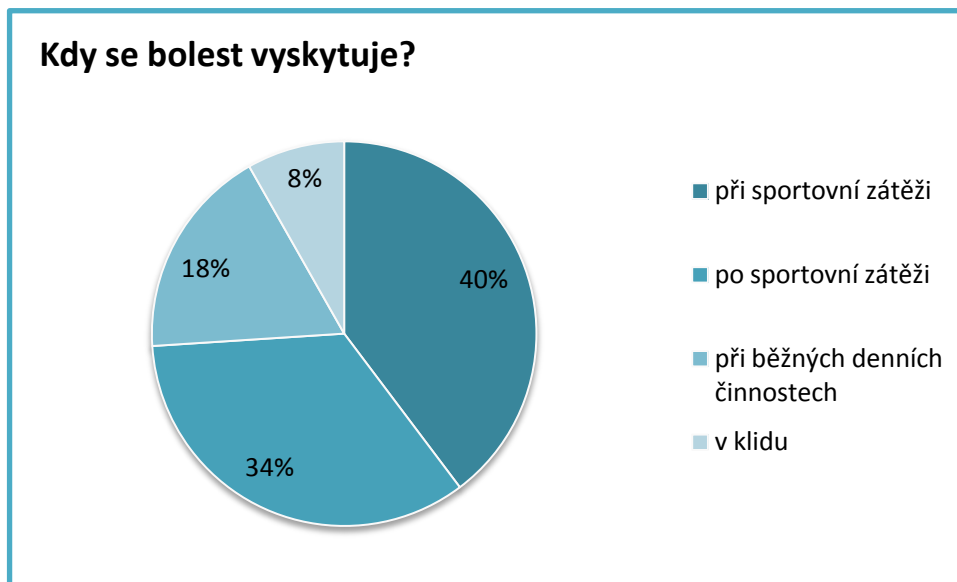
Obrázek 15. Graf znázorňuje odpovědi hráčů na otázku, zda dávají bolesti kolen do souvislosti s volejbalem



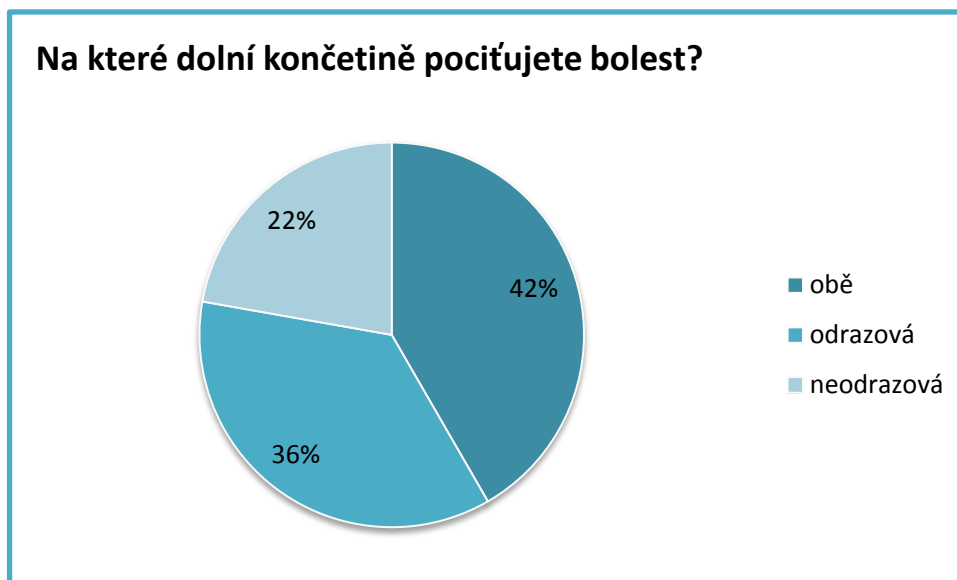
Obrázek 16. Graf znázorňuje, po jak dlouhé době od začátku volejbalové kariéry došlo k prvním projevům bolesti kolen

Jak ukazuje Obrázek 17, nejčastější odpovědí na otázku, kdy se bolest vyskytuje, bylo při sportovní zátěži (40%) a po sportovní zátěži (34%), při běžných denních činnostech (16%) a nejméně respondentů uvedlo, že se u nich vyskytují bolesti v klidu (8%) (n=73).

Z jedinců, kteří uvedli přítomnost bolesti kolen ( $n=36$ ), jich 15 (42%) uvedlo, že se bolest vyskytuje na obou dolních končetinách, 13 (36%) uvedlo, že se bolest vyskytuje na jejich odrazové a 8 (22%) probandů, že na jejich neodrazové dolní končetině (Obrázek 18).



Obrázek 17. Graf znázorňuje, kdy dochází k největšímu výskytu bolestí kolen

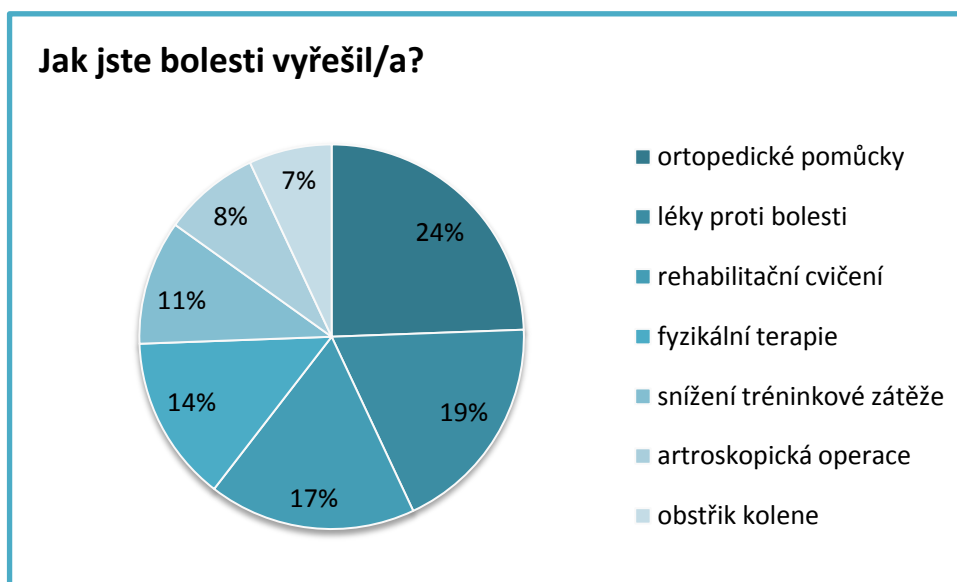


Obrázek 18. Graf ukazuje, na které dolní končetině se bolest nejčastěji vyskytuje

Do třetí části dotazníku týkající se bolestí kolen byla přiložena také vizuální analogová škála bolesti (Příloha 1). Míra bolesti, která byla uváděna nejčastěji (31%) (n=36), odpovídala hodnotě 4, průměrná míra bolesti byla 4,9.

Probandi byli dále dotazováni, zda mají bolesti i v jiných částech pohybového aparátu, na což 24 z nich (67%) odpovědělo, že ano a 12 (33%), že ne (n=36). Nejčastěji se jednalo o bolesti bederní páteře a rameno dominantní horní končetiny.

Jako nejčastější metoda volená pro odstranění bolestí bylo uváděno použití ortopedických pomůcek (24%) a léků proti bolesti (19%). Mezi další metody patřilo: rehabilitační cvičení (17%), aplikace některé z metod fyzikální terapie (14%), snížení tréninkové zátěže (11%), artroskopická operace (8%) a obštrik kolene (7%) (n=86). Graficky toto rozložení znázorňuje Obrázek 19.



Obrázek 19. Graf znázorňuje, jaké metody hráči volili pro zmírnění bolestí kolen

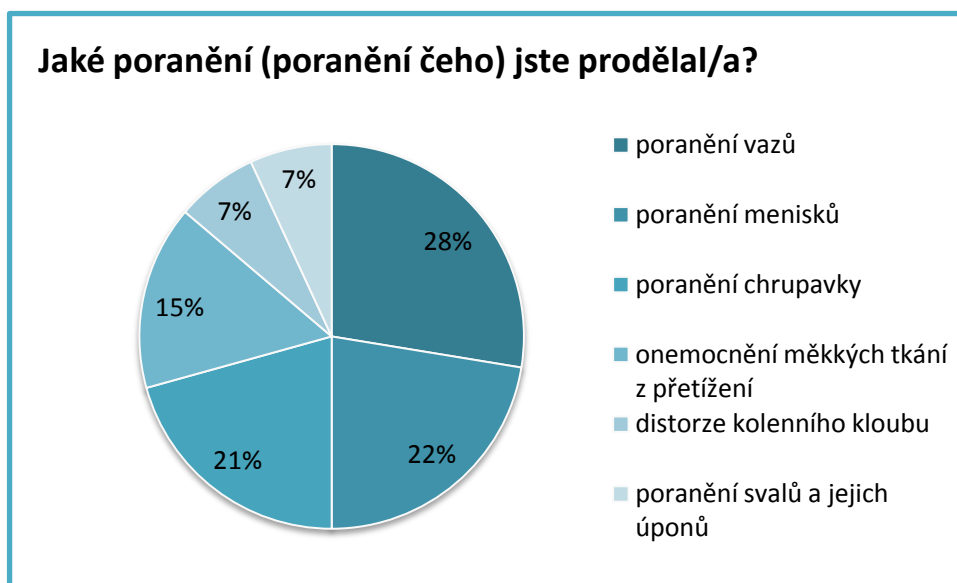
#### 2.4.4 Oddíl – poranění kolenního kloubu

Z celkového počtu 111 probandů jich 36 (32%) uvedlo, že prodělali zranění kolenního kloubu. Ačkoli se počet probandů shoduje s těmi, kteří uvedli, že mají dlouhotrvající bolesti kolen, jen 14 (39%) probandů s prodělaným zraněním kolenního kloubu uvedlo, že zranění předcházela dlouhodobá bolest a 22 (61%) jich uvedlo, že ne. Do souvislosti s volejbalem dává zranění 32 (89%) probandů (n=36).

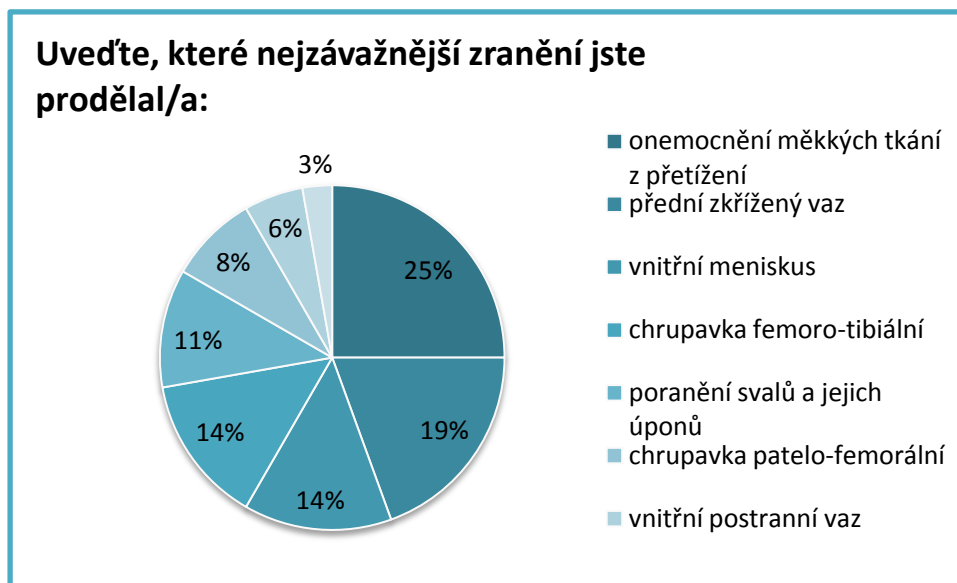
Jako nejčastější zranění kolenního kloubu vyšlo poškození vazů, resp. onemocnění měkkých tkání z přetížení. V otázce „*Jaké poranění (poranění čeho) jste prodělal/a?*“ měli probandi možnost uvést více jak jedno zranění, přičemž byli nabádáni, aby jako poslední uvedli zranění, které bylo nejzávažnější. Na základě toho byli přesměrováni k upřesňujícím otázkám týkajícím se pouze tohoto naposled uvedeného zranění, bližší informace o dalších prodělaných zraněních nevyplňovali. Každý z 36 probandů se zraněním kolene určil pouze jedno zranění, tedy celkový počet zranění hodnocených jako nejzávažnější odpovídá počtu těchto probandů (n=36).

Z toho plyne, že nejčastějším zraněním z celkového počtu odpovědí (n=58) bylo poškození vazů (28%), následované poškozením menisků (22%), chrupavek (21%) a onemocněním měkkých tkání z přetížení (15%), jak je znázorněno na Obrázku 20. Nicméně z upřesňujících otázek, kde probandi popisovali už jen jedno konkrétní zranění, které bylo podle nich nejzávažnější, vyšlo jako nejčastější onemocnění měkkých tkání z přetížení (25%), následované poraněním LCA (19%) a poškozením chrupavek femoro-tibiálního skloubení (14%) spolu s poškozením mediálního menisku (14%) (n=36), jak znázorňuje Obrázek 21.

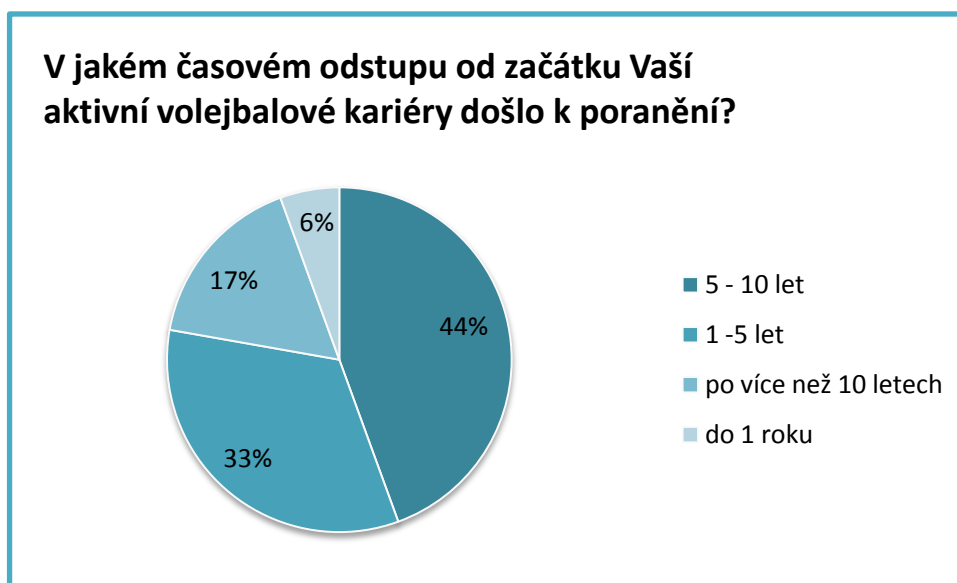
Ke zranění docházelo nejčastěji v časovém rozmezí 5 – 10 let od začátku volejbalové kariéry (44%) (n=36), jak ukazuje Obrázek 22. Dále jsme se probandů dotazovali, na které dolní končetině došlo k poranění – 20 probandů (56%) uvedlo odrazovou a 16 z nich (44%) neodrazovou dolní končetinu (n=36).



**Obrázek 20.** Graf znázorňuje četnost jednotlivých typů zranění kolenního kloubu v procentech z celkového počtu odpovědí



Obrázek 21. Graf znázorňuje četnost konkrétních zranění, které probandi hodnotili jako svá nejzávažnější



Obrázek 22. Graf znázorňuje odpovědi hráčů na otázku, po jak dlouhé době od začátku jejich volejbalové kariéry došlo k poranění kolenního kloubu

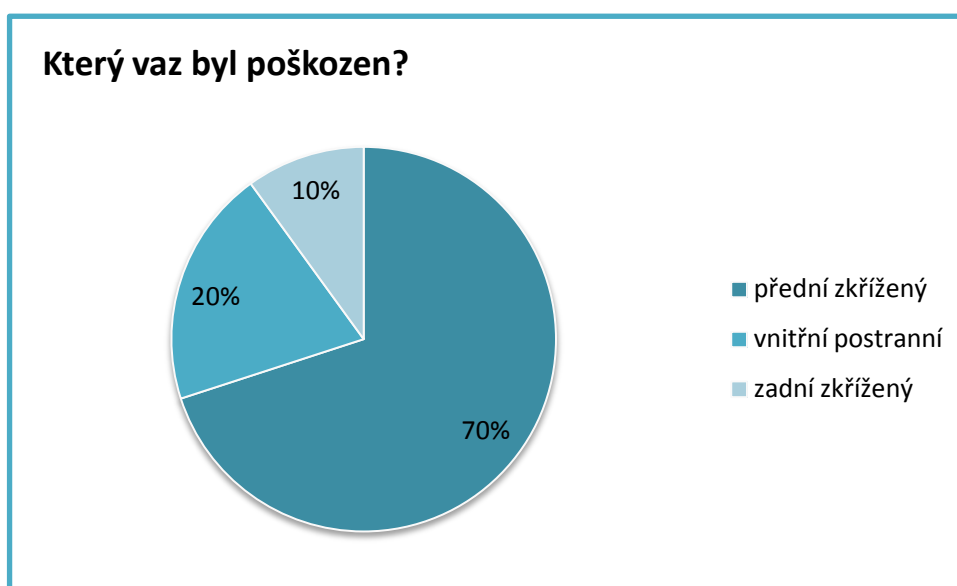
#### 2.4.4.1 Poranění vazů kolenního kloubu

Z probandů, kteří uvedli zranění vazů kolenního kloubu jako své nejzávažnější (n=10), jich 7 (70%) odpovědělo, že se jednalo o poškození předního zkříženého vazy, 2 (20%) uvedli vnitřní postranní vaz a 1 (10%) uvedl zadní zkřížený vaz (Obrázek 23).



Poškození jiného vazů kolenního kloubu žádný proband nevedl. 3 (30%) probandi uvedli, že poranění vazů předcházela dlouhodobá bolest a 7 (70%) napsalo, že ne.

U 7 (70%) respondentů s poškozením vazů kolenního kloubu došlo k jeho částečné nebo úplné ruptuře, u 3 (30%) došlo k distenzi vazů. Poměr poškození vazů na odrazové a neodrazové dolní končetině byl 50:50. Zranění bylo u 6 (60%) probandů řešeno operativně a u 4 (40%) konzervativně. 3 dotazovaní (30%) uvedli, že poté došlo k opětovnému zranění.



**Obrázek 23.** Graf znázorňuje podíl jednotlivých poranění vazů podle odpovědí respondentů, kteří toto poranění považovali za své nejzávažnější

#### 2.4.4.2 Onemocnění měkkých tkání z přetížení

9 (25%) probandů uvedlo onemocnění měkkých tkání z přetížení jako své nejzávažnější (n=36). 6 z nich (67%) uvedlo, že poranění vazů předcházela dlouhodobá bolest a 3 (33%) napsali, že ne. Častěji uváděli probandi potíže na odrazové dolní končetině (67%). Zranění bylo u 5 probandů (56%) řešeno operativně a u 4 (44%) konzervativně. 5 dotazovaných (56%) uvedlo, že poté došlo k opětovnému projevu onemocnění.

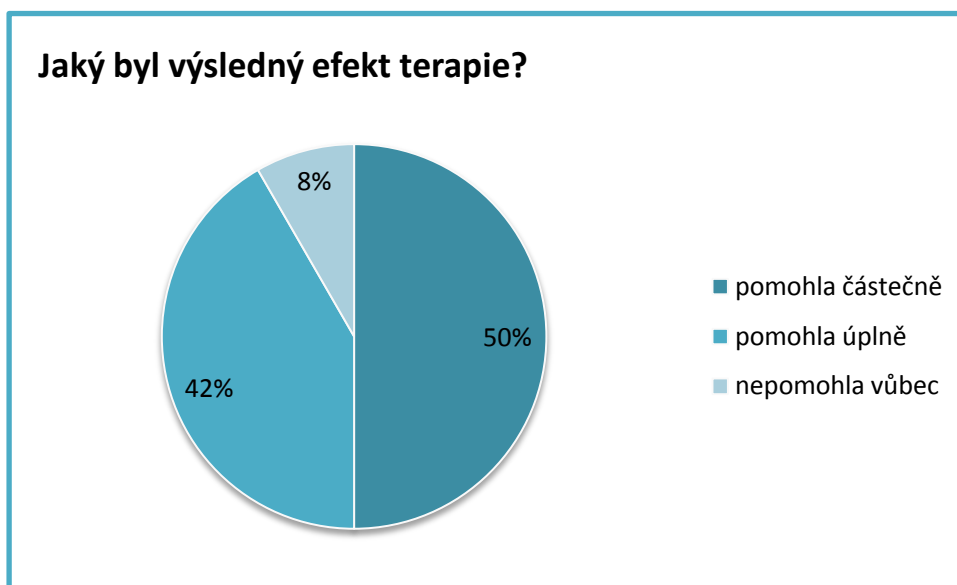
### 2.4.5 Oddíl – terapie poranění kolenního kloubu

Z celkového počtu 36 probandů s prodělaným zraněním kolenního kloubu jich 21 (58%) uvedlo, že jejich zranění bylo řešeno operativně, 15 (42%) jich uvedlo, že podstoupili pouze konzervativní terapii. I po proběhnuté terapii došlo k opětovnému poranění u 13 respondentů (36%).

U konzervativní terapie nás zajímalo zejména to, zda probandi navštěvovali rehabilitaci a v jaké formě. 9 probandů (60%) (n=15) uvedlo, že rehabilitaci navštěvovalo. Z tohoto počtu potom 4 (44%) absolvovali fyzikální terapii a nosili pomůcky, 3 probandi (33%) k tomu navíc absolvovali ještě individuální cvičení s fyzioterapeutem, 1 proband (11%) absolvoval pouze fyzikální terapii a 1 proband (11%) absolvoval fyzikální terapii v kombinaci s individuálním cvičením s fyzioterapeutem.

U 15 probandů (42%) vedla terapie (operační, konzervativní či jejich kombinace) k úplnému odstranění potíží, u 18 probandů (50%) pomohla terapie částečně a u 3 probandů (8%) nepomohla vůbec (n=36). Znázorněno na Obrázku 24.

Na otázku, zda jim prodělané zranění umožnilo nadále se věnovat hraní volejbalu, odpovídali probandi následovně: 17 z nich (47%) trénuje dále na stejné úrovni jako před zraněním, 15 z nich (42%) nadále trénuje, ale s nižší intenzitou nebo využitím pomůcek a 4 z nich (11%) zranění vyřadilo ze sportovní kariéry.

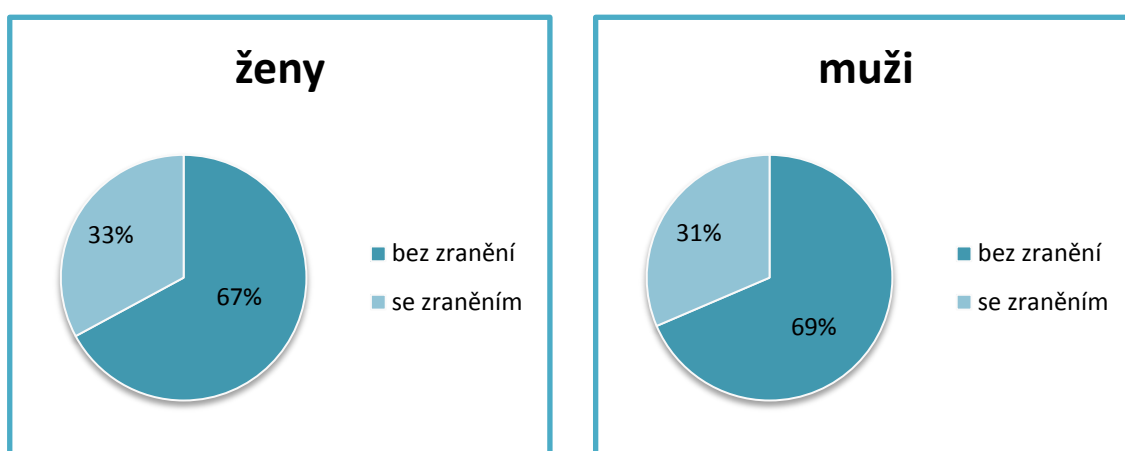


**Obrázek 24.** Graf znázorňuje efekt terapie na obtíže spojené s prodělaným poraněním kolenního kloubu

## 2.5 Ověření hypotéz

H1: Poranění kolenního kloubu se častěji vyskytuje u žen než u mužů

Ze 76 žen (průměrný věk  $23.6 \pm 4.84$  SD), které byly zařazeny do studie, jich 25 (33%) uvedlo prodělané zranění kolenního kloubu. Z 35 mužů (průměrný věk  $26.7 \pm 5.92$  SD), kteří byli zařazení do studie, jich 11 (31%) uvedlo prodělané zranění kolenního kloubu. Výsledky shrnuje Obrázek 25.



**Obrázek 25.** Grafy znázorňují poměrné zastoupení prodělaného zranění kolenního kloubu v porovnání mezi muži a ženami

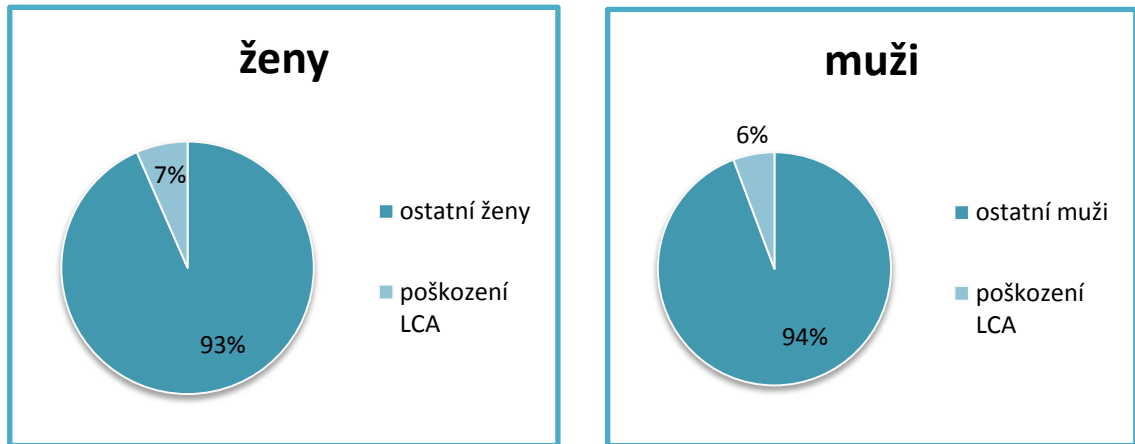
Pro výpočet statistické významnosti byl použit jednostranný Fisherův test. Minimální hranice statistické významnosti byla stanovena  $P < 0.05$ .

Signifikace:  $P = 0.53$  ( $P > 0.05$ )

Rozdíl není statisticky významný. Na základě získaných výsledků se nepodařilo potvrdit vyslovenou hypotézu H2.

H2: LCA je častěji poškozeno u žen než u mužů

Ze 76 žen (průměrný věk  $23.6 \pm 4.84$  SD), které byly zařazeny do studie, jich 5 (7%) uvedlo prodělané zranění LCA. Z 35 mužů (průměrný věk  $26.7 \pm 5.92$  SD), kteří byli zařazení do studie, 2 z nich (6%) uvedli prodělané zranění LCA. Výsledky shrnuje Obrázek 26.



**Obrázek 26.** Grafy znázorňují četnost poranění LCA ve vztahu k celkovému počtu mužů a žen

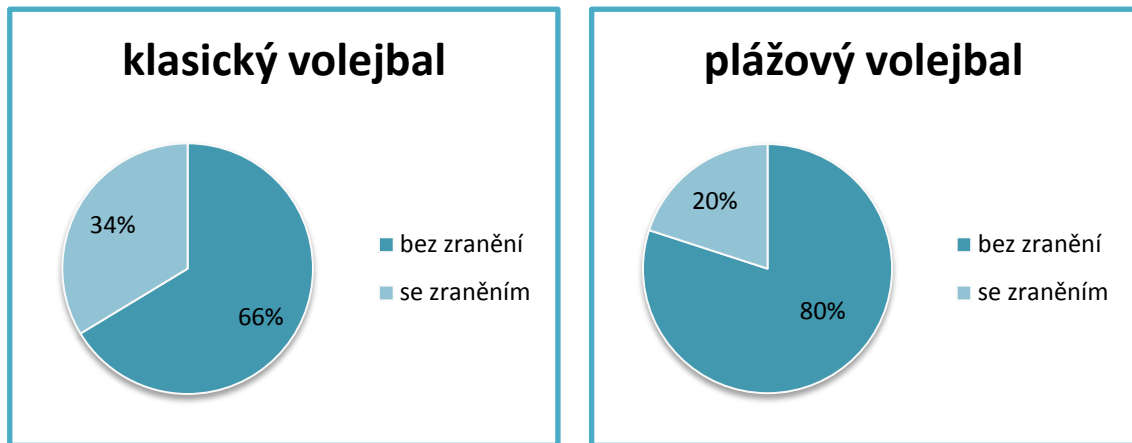
Pro výpočet statistické významnosti byl použit jednostranný Fisherův test. Minimální hranice statistické významnosti byla stanovena  $P < 0,05$ .

Signifikace:  $P = 0.61$  ( $P > 0.05$ )

Rozdíl není statisticky významný. Na základě získaných výsledků se nepodařilo potvrdit vyslovenou hypotézu H3.

H3: U hráčů klasického volejbalu je vyšší četnost poranění kolenního kloubu než u hráčů plážového volejbalu.

Ze všech hráčů klasického volejbalu (n=101) došlo k poranění kolenního kloubu u 34 z nich (34%), z hráčů plážového volejbalu (n=10) tuto skupinu tvořili 2 probandi (20%), jak ukazuje Obrázek 27.



**Obrázek 27. Grafy znázorňují poměrné zastoupení prodělaného zranění kolenního kloubu v porovnání mezi hráči klasického a plážového volejbalu**

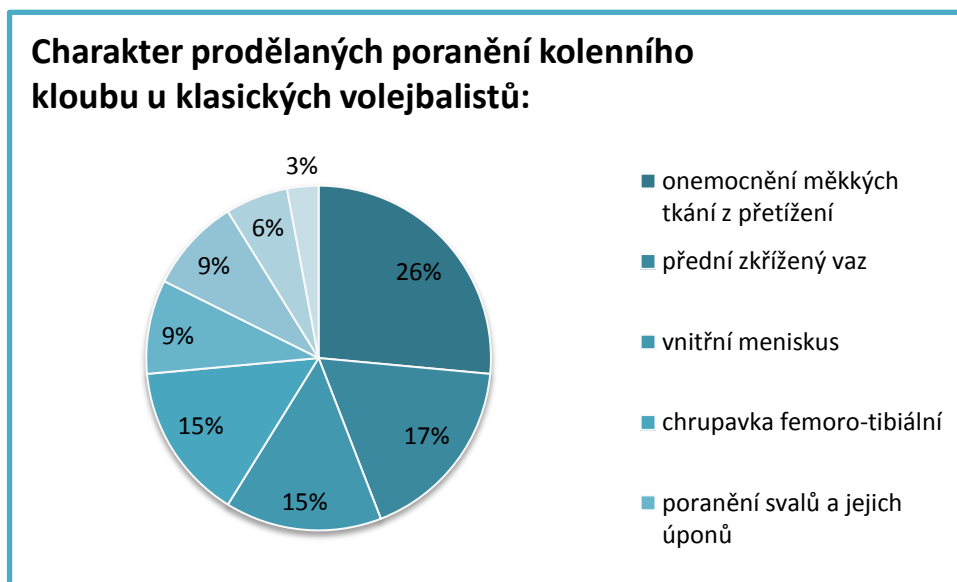
Pro výpočet statistické významnosti byl použit jednostranný Fisherův test. Minimální hranice statistické významnosti byla stanovena  $P < 0,05$ .

Signifikace:  $P = 0.31$  ( $P > 0.05$ )

Rozdíl není statisticky významný. Na základě získaných výsledků se nepodařilo potvrdit vyslovenou hypotézu H4.

H4: Charakter poranění kolenního kloubu je jiný u hráčů klasického volejbalu a plážového volejbalu.

Čtyři nejčastější zranění u klasického volejbalu byla následující (n=34): onemocnění měkkých tkání z přetížení (26%), poškození LCA (18%), poškození chrupavek femoro-tibiálního skloubení (15%) a poškození mediálního menisku (15%) (Obrázek 28). U plážového volejbalu uvedl 1 proband poškození LCA a 1 proband svalovou rupturu. Ani jeden z hráčů plážového volejbalu neuvedl onemocnění měkkých tkání z přetížení.

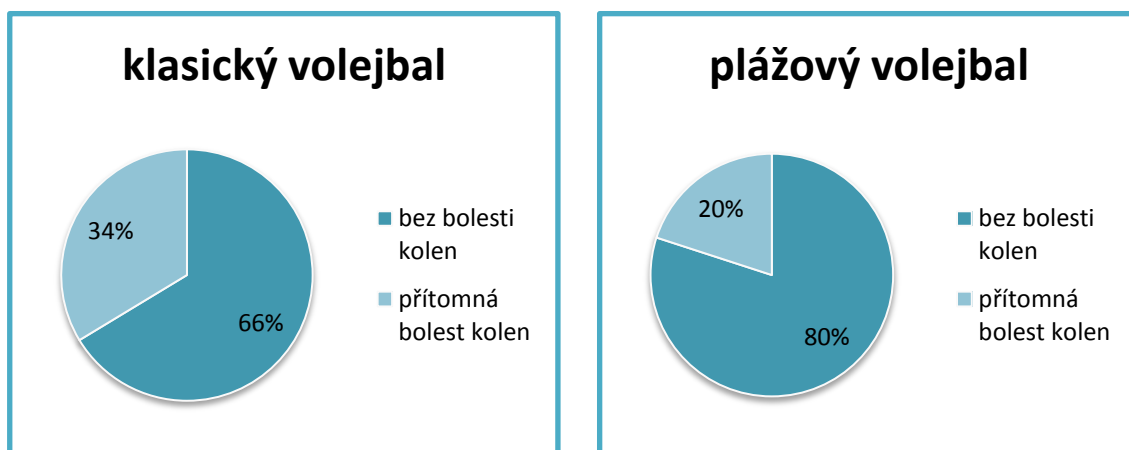


**Obrázek 28.** Graf znázorňuje četnost jednotlivých poranění kolenního kloubu u hráčů klasického volejbalu

Pro nedostatek dat, a především kvůli nízkému počtu probandů ve skupině plážových volejbalistů s prodělaným zraněním kolenního kloubu (n=2), není možné vyvozovat jakékoliv závěry, které by hodnotily rozdíly v charakteru poranění u klasického a plážového volejbalu.

H5: Bolest kolen se bude častěji vyskytovat u hráčů klasického volejbalu, než u hráčů plážového volejbalu

Ze všech hráčů klasického volejbalu jich 34 (34%) uvedlo, že pociťují dlouhodobé bolesti kolen, přičemž 24 z nich (71%) uvedlo, že tyto bolesti trvají více než 2 roky. U plážových volejbalistů tyto bolesti pociťují 2 probandi (20%), oba také více než 2 roky. Znázorněno na Obrázku 29.



**Obrázek 29.** Grafy znázorňují přítomnost bolestí kolen v porovnání mezi hráči klasického a plážového volejbalu

Pro výpočet statistické významnosti byl použit jednostranný Fisherův test. Minimální hranice statistické významnosti byla stanovena  $P < 0,05$ .

Signifikace:  $P = 0.31$  ( $P > 0.05$ )

Rozdíl není statisticky významný. Na základě získaných výsledků se nepodařilo potvrdit vyslovenou hypotézu H5.

## 3 DISKUZE

### 3.1 Diskuze k teoretické části

Kolenní kloub je považován za nejsložitější kloub lidského těla. V teoretické části jsou shrnuty jeho hlavní anatomické struktury, z jejichž vlastností můžeme také částečně usuzovat, které z nich budou častěji zraňovány. Jednou z takových struktur jsou menisky. Při extendovaném koleni absorbují zhruba 50% tlaku působícího na kloub, při flexi se tato hodnota blíží 90%. Nejvíce zatíženy jsou přední cípy obou menisků (Dylevský, 2000). Rozdílný tvar a velikost menisků spolu s rozdílnými úpony hrají zřejmě důležitou roli v mechanismu poranění a může být vysvětlením, proč je častěji zraňován právě mediální meniskus. Podle Dylevského (2009) je tomu tak v 80% případech právě proto, že vnitřní meniskus je méně pohyblivý, což je dáno tím, že je fixován ve třech bodech. Zevní meniskus se oproti tomu upíná jen ve dvou bodech blízko sebe, což mu ve výsledku poskytuje značnou pohyblivost. Podobně je tomu v případě zkřížených vazů - lig. cruciatum posterius je asi o 1/3 silnější než lig. cruciatum anterius, přičemž oba vazy jsou přibližně stejně dlouhé (Dylevský, 2000). Z toho vyplývá, že při stejné působící síle je LCA namáhán více a je tedy náchylnější k poškození.

Kolenní kloub je stabilizován nejen staticky, ale i dynamicky a to prostřednictvím svalů, které ho ovlivňují (kapitola 1.1.2). K tomu, aby tato stabilizace korektně a efektivně fungovala, je nezbytná správná svalová koordinace a adekvátní nábor motorických jednotek, který ovlivňuje plynulost a rychlost pohybu. K tomu je nezbytné, aby měl mozek co nejpřesnější informace o poloze a pohybu v kloubu, což je zajištěno aferentními informacemi z mechanoreceptorů. Ty jsou nejen v oblasti kloubu, ale jak ukazují novější studie, větší význam mají svalová vřeténka a kožní receptory. Konečný motorický projev řídí CNS, která jej vyhodnotí nejen na základě této aferentace, ale také v rámci signálů přímo z centra, tedy na základě vynaloženého úsilí (Proske, Gandevia, 2009). Poslední z poznatků dokazují studie svými výsledky, které ukazují signifikantně vyšší incidenci zranění sportovců při turnajích než při trénincích. Studie dále ukazují, že po rekonstrukční operaci LCA s odebráním štěpu z lig. patellea je sice zlepšena mechanická stabilita, ale na úkor propriocepce, která ovlivňuje stabilitu dynamickou. Právě propriocepce je jedním z důležitých modalit, kterých využívá



fyzioterapie. Je tedy otázkou, co je v důsledku pro celkovou stabilitu kloubu lepší – zda konzervativní nebo operační léčba. Není zdaleka výjimkou, že i po prodělané terapii dojde časem k opětovnému poranění stejných struktur.

V poslední době se mnoho výzkumů zabývá pohlavními rozdíly kolenního kloubu a to nejen z důvodu případných změn v technických parametrech totálních endoprotéz pro ženy, ale i z hlediska prevence kvůli zvýšené incidenci poranění tohoto kloubu u sportovkyň. Mnoho studií potvrzuje vyšší incidenci poranění LCA, případně i bolesti kolen u žen, u ostatních zranění kolene výsledky tak jednoznačné nejsou (Murphy et al., 2003). Kromě odlišných anatomických a biomechanických parametrů se studie zabývají i neuromuskulárním řízením pohybu a zkoumán je i vliv pohlavních hormonů. Csintalan et al. (2002) se zabývali bolestivým syndromem patelofemorálního kloubu u žen. Zjistili, že u žen oproti mužům dochází k většímu tlakovému zatížení, které je také více závislé na míře zapojení VM (čím větší zapojení VM, tím menší TZ). Jak píše Mayer a Smékal (2004), u žen je přítomna hypoaktivita VM, což by korelovalo s výsledky studie, kterou provedli Csintalan et al. (2002). Těmto tvrzením však částečně svými závěry odporuje studie (Krishnan et al., 2007), která u žen prokázala vyšší míru zapojení VM i VL než u mužů při extenčním pohybu v kolenním kloubu. Blackburn et al. (2008) porovnávali pohlavní rozdíly v neuromechanických parametrech ischiokrurálních svalů. Zjistili, že u mužů dochází k jejich rychlejší aktivaci. A jelikož hamstringy pracují synergisticky s LCA, dynamicky kloub stabilizují a svou časnou aktivaci pomáhají snižovat zatížení LCA při anteriorní translaci tibie, toto zpoždění by u žen mohlo přispívat ke zvýšené náchylnosti k poškození tohoto vazy. Huston a Wojtys (in Dugan, 2005) došli k podobným závěrům, když porovnávali sportující ženy oproti mužům a nesportujícím ženám. Přišli na to, že proti aplikované síle, která způsobovala dopřednou translaci tibie, sportovkyně přednostně zapojovaly m. quadriceps femoris. Tento fenomén popsali jako *quadriceps-dominant pattern*.

Dalším odvětvím, kterým jsme se rozhodli zabývat, bylo porovnání klasického a plážového volejbalu. Nejdůležitějším parametrem, který mění biomechaniku pohybu a nároky na pohybový aparát klasických a plážových volejbalistů, je povrch, na kterém hrají a trénují. Nejnáročnějším zatížením na vazy a další struktury kolene jsou v tomto smyslu především dopady z výskoku, které ve volejbalu obsahují všechny esenciální činnosti (smeč, blok, podání). Jak uvádí Reeser et al. (2006), především prevalence tendinopatie pately je vyšší u volejbalistů pohybujících se na tvrdém povrchu. Reeser et

al. dále uvádí výsledky studií, které došly k závěrům, že hráči, kteří obecně vyskočí výš, a ti, kteří po smečářském výskoku dopadají s větší flexí kolenního kloubu, jsou náchylnější k přetížení lig. patellae. To by přispívalo k hypotéze, že náchylnější budou klasičtí volejbalisté, jejichž výskok je oproti plážovým vyšší (Bishop, 2003; Tilp et al., 2008), navíc z této vyšší výšky dopadají na tvrdý povrch, který stejně jako netlumí odraz, netlumí ani dopad. U hráčů plážového volejbalu oproti tomu dochází k prodloužení kontrakční fáze před odrazem (Bishop, 2003) a dosahují tak větší flexe kolenního kloubu (Tilp et al. 2008), což byl podle Reesera et al. (2006) také jeden z rizikových faktorů. Je tedy otázkou, která z těchto skutečností má větší vliv.

### 3.2 Diskuze k praktické části

Vzhledem k tomu, že naše studie je retrospektivní, musíme brát v úvahu, že některé údaje mohou být zkreslené. Dotazník spoléhá na skutečnosti, které popisují probandi, přičemž se jedná o události, které proběhly v minulosti. I tak však mohou být získané výsledky podkladem pro další studii této problematiky v budoucnu.

Z naší studie vyplynulo, že dlouhodobé bolesti kolen trápí více jak 30% volejbalistů, 70% z nich dokonce déle než 2 roky. Zhruba u poloviny z nich došlo k prvním projevům bolestí minimálně po 5 letech aktivní volejbalové kariéry. Naše studia nenalezla významný rozdíl mezi výskytem bolestí na odrazové či neodrazové končetině, největší část probandů (42%) dokonce uvedla bolesti obou kolenních kloubů, což by mohlo znamenat, že rizikem pro bolestivost kolenních kloubů jsou především dopady, kterými jsou ovlivněny obě dolní končetiny. Na druhou stranu, někteří hráči obzvláště po smečářském výskoku dopadají nejprve na svou odrazovou dolní končetinu, což by znamenalo, že je více zatěžována jak při odrazu, tak při dopadu. Pro ověření těchto hypotéz by byla potřeba rozsáhlejší studie.

Přes 30% dotazovaných volejbalistů uvedlo prodělané zranění kolenního kloubu, z nichž jen 39% pociťuje i dlouhodobé bolesti kolen. A ačkoli se 53% z nich věnuje v menší míře i dalším sportům, bolesti či zranění kolene jich naprostá většina dává do souvislosti s volejbalem. Jako nejčastější zranění je u volejbalistů uváděna tendinopatie pately. Naše studie tento fenomén svým způsobem podpořila, neboť jako nejzávažnější prodělané zranění bylo nejčastěji uváděno onemocnění měkkých tkání z přetížení, kam se řadí i tendinopatie pately. Navíc je pravděpodobné, že velké procento hráčů z těch, kteří uvedli, že je trápí bolesti kolen, spadá do této kategorie také. Náš dotazník však řešil otázky ohledně tendinopatie pately ve čtvrté části týkající se zranění – onemocnění měkkých tkání z přetížení. Vzhledem k tomu, že hlavním příznakem tendinopatie pately je bolest, je možné, že by hráči svou diagnózou do kategorie zranění – onemocnění měkkých tkání z přetížení spadali, ale sami svůj stav jako zranění nehodnotí, a proto vyplnili jen předcházející část týkající se bolestí. Tato desinterpretace údajů je problém, se kterým se nepřímá dotazníková studie potýká. I když u volejbalistů z hlediska četnosti převažují zranění kolenního kloubu z přetížení (*overuse injuries*), ani akutní poranění nejsou výjimkou. Většinou se jedná o poškození vazů kolenního kloubu, přičemž nejčastěji dochází k úplné nebo částečné ruptuře

předního zkříženého vazů. Ta bývá způsobena kontaktním, ale daleko častěji (až v 80% případech) nekontaktním mechanismem při rychlých změnách směru, doskoku či zbrzdění pohybu (Benjaminse et al., 2010; Renstrom et al., 2008). Z dotazníků v naší studii vyplynula následující fakta: Nejčastějším typem poranění bylo poškození vazů, nicméně ve chvíli, kdy měli hráči vybrat jedno konkrétní zranění, které pro ně bylo nejzávažnější, jako nejčastější bylo jmenováno onemocnění měkkých tkání z přetížení. Z toho můžeme usuzovat, že velká část hráčů prodělala více poranění, ale pro většinu z nich bylo nejvíce omezující právě onemocnění měkkých tkání z přetížení.

Jedním z cílů práce bylo porovnat četnost a charakter bolestí a incidenci zranění kolenního kloubu v závislosti na tom, jakému druhu volejbalu se hráči věnují. Tento záměr se bohužel nepovedlo zcela naplnit. Zásadním problémem byla skutečnost, že většina volejbalistů se věnuje oběma druhům tohoto míčového sportu, a to především v závislosti na ročním období, které u volejbalu určuje hlavní sezónu. U klasického volejbalu je to zhruba listopad-březen, kdy se hraje v hale, a u plážového volejbalu květen-září, kdy se naopak hraje venku. Z tohoto důvodu dá často hráč klasického volejbalu v letním období přednost volejbalu plážovému a k tréninku klasického volejbalu se vrátí až před začátkem hlavní sezóny. Tato varianta je mezi volejbalisty rozšířená, jen málo hráčů se výhradně věnuje plážovému volejbalu. To potvrdila i naše studie, ve které 101 hráčů (91%) uvedlo, že jsou klasickými volejbalisty a jen 10 (9%), že volejbalisty plážovými. V důsledku toho např. z 36 hráčů, kteří prodělali zranění kolenního kloubu, jich 34 hraje klasický a jen 2 plážový volejbal (Obrázek 24). Otázkou také je, zda k úrazu uvedenému v dotazníku došlo opravdu při tom druhu volejbalu, který si proband vybral na začátku jako svůj hlavní. Díky nerovnoměrnému zastoupení nelze relevantně tyto dvě skupiny porovnat, z dostupných zdrojů se však zdá, že hráči klasického volejbalu jsou náchylnější ke zranění z přetížení, a to především v důsledku zvýšených nároků na vazivový aparát při hře na tvrdém povrchu. Nejen, že tato skutečnost odpovídá výsledkům studií, ale i sami hráči ji potvrzují. Mnoho plážových volejbalistů hrávalo dříve klasický volejbal, při kterém je podstatně více trápily problémy s kolenními klouby (Bahr, Reeser, 2003). Ve stejné studii Bahr a Reeser zjistili, že během hlavní sezóny zranění kolenního kloubu u plážových volejbalistů představuje 30% všech akutně vzniklých zranění (hlezenní kloub 17%). U hráčů klasického volejbalu představovala během jedné sezóny poranění kolenního kloubu jen 6% všech akutních zranění, nejčastějším bylo poranění kotníku (52%). Na druhou

stranu, kolenní kloub dominoval v kategorii zranění z přetížení podílem 20% (Vergahen et al., 2004). Celkovou incidenci poranění kolene v obou typech volejbalu lze těžko porovnat pro rozdílnost postupů jednotlivých studií, ale většina se shoduje v názoru, že incidence v plážovém i klasickém volejbale je podobná.

Ačkoli existuje nespočet studií, které porovnávají incidenci a charakter poranění u fotbalistů při hře na umělém a přírodním trávníku, je jen málo studií, které by porovnávaly rozdílné povrchy (písek a tvrdý povrch) z hlediska incidence poranění u volejbalistů. Natož aby byly úzce specifikovány např. na poranění kolenního kloubu. Těžko se hodnotí důsledky pro kolenní kloub v závislosti na povrchu a celkové charakteristice hry, když se jen minimum volejbalistů věnuje výhradně jednomu druhu volejbalu. Jak už bylo uvedeno výše, naše studie nemůže svými výsledky přispět k porovnání těchto dvou sportů z hlediska četnosti a charakteru poranění kolenního kloubu, nicméně z výsledků vyplynulo, že u klasického volejbalu byla jako nejčastější zranění uváděna právě tendinopatie pately (26%), přičemž 60% probandů, kteří se slovně vyjádřili k bolestem kolen, uvedlo, že důvodem byly především opakované dopady a doskoky. Všichni, kteří uvedli tento důvod, byli hráči klasického volejbalu. Toto zjištění přispívá k hypotéze, že tendinopatie pately bude častější právě u těchto volejbalistů.

Dalším z cílů práce bylo porovnat četnost poranění kolenního kloubu mezi muži a ženami. I zde nebylo rozdělení probandů rovnoměrné (76 žen, 35 mužů), nicméně se jednalo o reprezentativnější vzorek než v případě klasických a plážových volejbalistů. Naprostá většina studií se v souvislosti s rozdílnou incidencí poranění mezi pohlavími zabývá rupturami předního zkříženého vazy, kde je zvýšený výskyt u žen podpořen mnoha výzkumy. U ostatních zranění kolene nejsou výsledky v tomto směru jednoznačné. Proto jsme se v naší studii rozhodli porovnat celkový počet zranění kolenního kloubu, a zda u žen dochází k častějšímu poranění LCA než u mužů, a přispět tak k aktuálnosti tématu.

Z výsledků naší studie nevyplývalo, že by mezi muži a ženami byl z hlediska incidence poranění kolenního kloubu významný rozdíl. Prodělané zranění uvedlo 33% žen a 31% mužů, na základě čehož by se dalo uvažovat nad novou hypotézou, tedy že rozdíly mezi pohlavími nejsou, nebo jen minimální. Podobný výsledek vyplynul z článku „*What is the true evidence for gender-related differences during plant and cut maneuvers? A systematic review*“, kde Benjaminse et al. (2010) kriticky hodnotili

výsledky z dosavadních publikací zabývajících se pohlavními rozdíly z hlediska biomechaniky a neuromuskulárního řízení při rychlých změnách směru. Došli k závěru, že neexistují přesvědčivé důkazy, které by potvrdily rozdílné strategie pohybu u mužů a u žen. U žen nebyla rovněž potvrzena tzv. quadricepsová dominance (*quadriceps-dominant pattern*).

Při porovnávání četnosti poškození LCA u mužů a u žen se naše výsledky blíží údajům uváděným Mezinárodním Olympijským výborem (Renstrom et al., 2008), kde se píše, že ve věku 14 - 18 let dosahuje poranění LCA u žen až téměř čtyřikrát vyšší četnosti než u mužů (3.63), avšak v kategorii profesionálních sportovců se tento poměr blíží jedné (0.95). Naše studie se výběrem probandů snažila zaměřit na výkonnostní až vrcholovou skupinu volejbalistů ve věku 18 - 40 let, přičemž poměr mezi poraněním LCA u žen oproti mužům se také blížil jedné (6% vs. 7%). Jsme si samozřejmě vědomi toho, že výsledky naší studie nejsou statisticky významné a jsou zatíženy chybovostí, ale i tak je tento údaj ilustrativní. Z výsledků stejné studie (Renstrom et al., 2008) vyplývá zajímavý fakt - poměr mezi zraněním LCA u profesionálních hráčů a hráček se oproti mladším věkovým skupinám téměř nesrovnal proto, že by se významně snížil výskyt poranění LCA u žen, ale protože se výrazně zvýšil počet zranění LCA u mužů.

Benjaminse et al. (2010) v závěru svého článku uvádějí, že v poslední době vzniká nespočet studií, které se zabývají problematikou pohlavních rozdílů ve vztahu ke sportovním zraněním, ve svých výsledcích jsou však tyto výzkumy čistě deskriptivní. Vliv biomechanických a neuromuskulárních faktorů pro výskyt zranění by v budoucích výzkumech měl přesáhnout rámec těchto úzce definovaných cílů a měla by být snaha zkoumat tuto problematiku komplexněji.

## ZÁVĚR

Cílem práce bylo shrnout dosavadní poznatky o problematice zranění kolenního kloubu ve volejbalu. V teoretické části byla proto popsána anatomie kloubu, základy jeho biomechaniky a neurofyziologie. Důležitá část byla věnována současným poznatkům o pohlavních rozdílech ve vztahu ke zranění kolene, především se pak jednalo o souvislosti s poškozením předního zkříženého vazů. Teoretickou část zakončila kapitola věnovaná přehledu poranění kolenního kloubu při sportu.

Praktická část byla věnována dotazníkovému průzkumu. Po sesbírání dat byli vybráni vhodní probandi a z jejich odpovědí sestaveny výsledky. Zjistili jsme, že zhruba třetinu volejbalistů trápí dlouhodobé bolesti kolen, přičemž se nabízelo vysvětlení, že je tomu tak z důvodu dopadů a doskoků na tvrdém povrchu. Jako nejčastější zranění bylo uváděno poškození vazů kolenního kloubu, avšak jako nejzávažnější zranění bylo v největším počtu uvedeno onemocnění měkkých tkání z přetížení. Po prostudování dostupných literárních zdrojů bylo položeno 5 hypotéz. Naše výsledky hovoří ve prospěch těchto hypotéz, nicméně statisticky se nám nepodařilo tato tvrzení podpořit. Důvodem může být nedostatečný soubor dat, resp. probandů. Naše studie nenalezla statisticky významný rozdíl v četnosti zranění kolenního kloubu u žen oproti mužům, ani v incidenci poškození LCA u žen oproti mužům.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- BAHR, Roald a Jonathan C. REESER. Injuries Among World-Class Professional Beach Volleyball Players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2003, roč. 31, č. 1, s. 119-125. ISSN 0363-5465.
- BALTACI, Gul a Harold W. KOHL. Does Proprioceptive Training During Knee and Ankle Rehabilitation Improve Outcome?. *Physical Therapy Reviews*. 2003, roč. 8, č. 1, s. 5-16. ISSN 1083-3196. DOI: 10.1179/108331903225001363.
- BARTONÍČEK, Jan a Jiří HEŘT. *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf, 2004, 256 s. ISBN 80-734-5017-8.
- BENJAMINSE, Anne, Alli GOKELER, Glenn S. FLEISIG, Timothy C. SELL a Bert OTTEN. What is the true evidence for gender-related differences during plant and cut maneuvers? A systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2010, roč. 19, č. 1, s. 42-54. ISSN 0942-2056. DOI: 10.1007/s00167-010-1233-y.
- BISHOP, D. A comparison between land and sand-based tests for beach volleyball assessment. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2003, roč. 43, č. 4, s. 418-423. ISSN 0022-4707.
- BLACKBURN, J. Troy, David R. BELL, Marc F. NORCROSS, Jeff D. HUDSON a Lauren A. ENGSTROM. Comparison of hamstring neuromechanical properties between healthy males and females and the influence of musculotendinous stiffness. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2009, roč. 19, č. 5, s. 362-369. ISSN 1050-6411. DOI: 10.1016/j.jelekin.2008.08.005.
- CSINTALAN, Rick P., Michele M. SCHULZ, Jonathan WOO, Patrick J. MCMAHON a Thay Q. LEE. Gender Differences in Patellofemoral Joint Biomechanics. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2002, č. 402, s. 260-269. ISSN 0009-921X.



- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1. 2.*, upr. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001, 497 s. ISBN 80-716-9970-5.
- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3. 2.*, upr. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004, 673 s. ISBN 80-247-1132-X.
- DUGAN, Sheila A. Sports-Related Knee Injuries in Female Athletes. *American Journal of Physical Medicine*. 2005, roč. 84, č. 2, s. 122-130. ISSN 0894-9115. DOI: 10.1097/01.PHM.0000154183.40640.93.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2009, 235 s. ISBN 978-807-3873-240.
- DYLEVSKÝ, Ivan. Pohybový systém - opěrná a nosná část. DYLEVSKÝ, Ivan, Rastislav DRUGA a Olga MRÁZKOVÁ. *Funkční anatomie člověka*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000, s. 37-180. ISBN 80-7169-681-1.
- FRICOVÁ, Jitka. Akutní a chronická bolest. *Postgraduální medicína: odborný časopis pro lékaře* [online]. 2011, roč. 13, č. 3 [cit. 2012-03-19]. ISSN 1212-4184. Dostupné z: <http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina-priloha/akutni-a-chronicka-bolest-461329>
- HALADOVÁ, Eva a Ludmila NECHVÁTALOVÁ. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Vyd. 2. nezm. - dotisk. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2008, 135 s. ISBN 80-701-3393-7.
- JEROSCH, J., M. PRYMKA a W. H. M. CASTRO. Proprioception of knee joints with a lesion of the medial meniscus. *Acta Orthopaedica Belgica*. 1996, roč. 62, č. 1. ISSN 0001-6462.
- KRISHNAN, Chandramouli, Kellen HUSTON, Annunziato AMENDOLA a Glenn N. WILLIAMS. Quadriceps and hamstrings muscle control in athletic males and females. *Journal of Orthopaedic Research*. 2008, roč. 26, č. 6, s. 800-808. ISSN 07360266. DOI: 10.1002/jor.20592.

- MAYER, Michal a D. SMĚKAL. *Rehabilitace a fyzikální lékařství: Měkké struktury kolenního kloubu a poruchy motorické kontroly*. Praha: Česká lékařská společnost J.E. Purkyně, 2004, 11(3). ISSN 1211-2658.
- MURPHY, D. F., D. A. J. CONNOLLY a B. D. BEYNNON. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*. 2003, roč. 37, č. 1, s. 13-29. ISSN 03063674. DOI: 10.1136/bjism.37.1.13.
- NYLAND, John, Tony BROSKY, Dean CURRIER, Art NITZ a David CABORN. Review of the Afferent Neural System of the Knee and Its Contribution to Motor Learning. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*. 1994, roč. 19, č. 1. ISSN 0190-6011.
- PAP, G., A. MACHNER, W. NEBELUNG a F. AWISZUS. Detailed analysis of proprioception in normal and ACL-deficient knees. *The Journal of Bone and Joint Surgery (Br)*. 1999, roč. 81, č. 5, s. 764-768. ISSN 0301-620X.
- PILNÝ, Jaroslav, Igor ČIŽMÁŘ, Radek PIKULA a Petr VIŠŇA. *Prevence úrazů pro sportovce: taping: popis zranění, první pomoc, léčba, rehabilitace*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 103 s. ISBN 9788024716756.
- PROSKE, Uwe a Simon C. GANDEVIA. The kinaesthetic senses. *The Journal of Physiology*. 2009, roč. 587, č. 17, s. 4139-4146. ISSN 0022-3751. DOI: 10.1113/jphysiol.2009.175372.
- RENSTROM, P., A. LJUNGQVIST, E. ARENDT, B. BEYNNON, T. FUKUBAYASHI, W. GARRETT, T. GEORGOULIS, T. E. HEWETT, R. JOHNSON, T. KROSSHAUG, B. MANDELBAUM, L. MICHELI, G. MYKLEBUST, E. ROOS, H. ROOS, P. SCHAMASCH, S. SHULTZ, S. WERNER, E. WOJTYS a L. ENGBRETSSEN. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*. 2008-04-07, roč. 42, č. 6, s. 394-412. ISSN 0306-3674. DOI: 10.1136/bjism.2008.048934.

- SCHMIDT, Richard A. a Timothy Donald LEE. *Motor control and learning: A Behavioral Emphasis*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005, 537 s. ISBN 07-360-4258-X.
- TILP, Markus, Herbert WAGNER a Erich MÜLLER. Differences in 3D kinematics between volleyball and beachvolleyball spike movements. *Sport Biomechanics*. 2008, roč. 7, č. 3, s. 386 – 397. ISSN 1476-3141.
- VAN LUNEN, Bonnie L., John ROBERTS, J. David BRANCH a Elizabeth A. DOWLING. Association of Menstrual-Cycle Hormone Changes with Anterior Cruciate Laxity Measurements. *Journal of Athletic Training*. 2003, roč. 38, č. 4, s. 298-303. ISSN 1062-6050.
- VARADARAJAN, Kartik M., Thomas J. GILL, Andrew A. FREIBERG, Harry E. RUBASH a Guoan LI. Gender differences in trochlear groove orientation and rotational kinematics of human knees. *Journal of Orthopaedic Research*. 2009, roč. 27, č. 7, s. 871-878. ISSN 0736-0266. DOI: 10.1002/jor.20844.
- VERHAGEN, E. A. L. M., A. J. VAN DER BEEK, L. M. BOUTER, R. M. BAHR a W. VAN MECHELEN. A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *British Journal of Sports Medicine*. 2004, roč. 38, č. 4, s. 477-481. ISSN 0306-3674. DOI: 10.1136/bjism.2003.005785.
- VESCOVI, Jason D. The Menstrual Cycle and Anterior Cruciate Ligament Injury Risk. *Sports Medicine*. 2011, roč. 41, č. 2, s. 91-101. ISSN 0112-1642. DOI: 10.2165/11538570-000000000-00000.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**PŘÍLOHA Č. 1: DOTAZNÍK**

**69**

## PŘÍLOHY

### Příloha č. 1: Dotazník

DOTAZNÍK	
<b>I. část – osobní anamnéza</b>	
pohlaví	
věk	
výška v cm	
váha v kg	
<b>II. část – sportovní anamnéza</b>	
1. Jsem nebo jsem byl/a výkonnostním nebo vrcholovým hráčem/hráčkou:	
<input type="checkbox"/> klasického volejbalu <input type="checkbox"/> plážového volejbalu	
2. Vyberte jednu z následujících možností:	
<input type="checkbox"/> stále jsem aktivním hráčem/hráčkou <input type="checkbox"/> již nehraji	
3. Jak dlouho hrajete nebo jste hrál/a volejbal nebo plážový volejbal?	
<input type="checkbox"/> méně než 1 rok <input type="checkbox"/> 1 - 5 let <input type="checkbox"/> 5 – 10 let <input type="checkbox"/> více než 10 let	
4. Kolik hodin týdně věnujete tréninku?	
<input type="checkbox"/> méně než 4 hodiny <input type="checkbox"/> 4 – 6 hodin <input type="checkbox"/> 6 – 10 hodin <input type="checkbox"/> více než 10 hodin	
5. Provozujete ještě další sport kromě volejbalu nebo plážového volejbalu?	
<input type="checkbox"/> ne	
<input type="checkbox"/> ano, vyplňte prosím jaký:	
kolik hodin týdně tomuto sportu věnujete:	
<b>III. část – bolesti kolen</b>	
6. Pociťujete dlouhodobé bolesti kolen (tj. trvající déle než 1 měsíc)?	
<input type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> ne	
<b>Pokud jste v předchozí otázce odpověděli „ne“, pokračujte k otázce č. 17</b>	
7. Jak dlouho pociťujete bolesti kolene?	
<input type="checkbox"/> 1 – 3 měsíce <input type="checkbox"/> 3 – 6 měsíců <input type="checkbox"/> 6 – 12 měsíců <input type="checkbox"/> 1 – 2 roky <input type="checkbox"/> více než 2 roky	
8. Dáváte vznik bolesti do souvislosti s hraním volejbalu/ plážového volejbalu? <input type="checkbox"/> ano <input type="checkbox"/> ne	
9. V jakém časovém odstupu od začátku Vaší aktivní volejbalové kariéry došlo k prvním projevům bolesti kolen?	
<input type="checkbox"/> do 1 roku <input type="checkbox"/> 1 - 5 let <input type="checkbox"/> 5 – 10 let <input type="checkbox"/> po více než 10 letech	
10. Jste si vědom/a, jak bolest začala?	
<input type="checkbox"/> špatný pohyb – jaký:	
<input type="checkbox"/> po zranění (jiném než kolene) nebo dlouhodobé nemoci – uveďte:	
<input type="checkbox"/> postupně <input type="checkbox"/> delší doba bez zátěže <input type="checkbox"/> nevím	

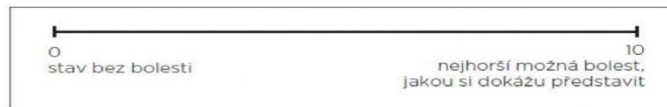
11. Kdy se bolest vyskytuje?

při sportovní zátěži    po sportovní zátěži    při běžných denních činnostech    v klidu

12. Na které dolní končetině pociťujete bolest?

odrazová    neodrazová    obě

13. Dle uvedené osy (vizuální analogová škála) prosím uveďte míru Vaší bolesti: 0 = žádná bolest až 10 = nesnesitelná bolest.



uveďte prosím číslo od 0 do 10:

14. Máte bolesti i v jiných částech pohybového aparátu? Pokud ano, popište prosím lokalizaci těchto bolestí.

ne

ano

popište lokalizaci:

15. Máte nějaké vrozené vývojové vady dolních končetin (dysplazie česky, anteverze kyčle apod.)?

ne    ano – uveďte jaké:

16. Jak jste bolesti vyřešil/a?

snížením tréninkové zátěže    léky proti bolesti    rehabilitačním cvičením

fyzikální terapií (laser, ultrazvuk, rázová vlna, elektroterapie...)

ortopedickými pomůckami (ortéza, patelární páska, obvaz, taping...)

artroskopickou operací    obřítkem kolene

#### IV. část - poranění kolene

17. Měl/a jste poranění kolene nebo okolních struktur?    ano    ne

**Pokud jste v předchozí otázce odpověděli „ne“, tímto dotazník končí. Děkuju Vám za čas strávený jeho vyplněním.**

18. Dáváte poranění kolene do souvislosti s volejbalem/plážovým volejbalem?    ano    ne

19. V jakém časovém odstupu od začátku Vaší aktivní volejbalové kariéry došlo k poranění?

do 1 roku    1 - 5 let    5 – 10 let    po více než 10 letech

20. Jaké poranění (poranění čeho) jste prodělal/a?

**distorze kolenního kloubu**

v kolika letech došlo k úrazu?

předcházela zranění dlouhodobá bolest?

ano

ne

na které dolní končetině?	<input type="checkbox"/> odrazová	<input type="checkbox"/> neodrazová
k jakému poškození kloubního pouzdra došlo?	<input type="checkbox"/> k žádnému	<input type="checkbox"/> natažení <input type="checkbox"/> natržení
k jakému poškození vazů došlo?	<input type="checkbox"/> k žádnému	<input type="checkbox"/> natažení <input type="checkbox"/> natržení
jak bylo zranění řešeno?	<input type="checkbox"/> konzervativně	<input type="checkbox"/> operativně
došlo k opětovnému zranění?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
<b><input type="checkbox"/> poranění menisků</b>		
v kolika letech došlo k úrazu?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
předcházela zranění dlouhodobá bolest?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
na které dolní končetině?	<input type="checkbox"/> odrazová	<input type="checkbox"/> neodrazová
který meniskus?	<input type="checkbox"/> vnitřní	<input type="checkbox"/> vnější
jak bylo zranění řešeno?	<input type="checkbox"/> konzervativně	<input type="checkbox"/> operativně
došlo k opětovnému zranění?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
<b><input type="checkbox"/> poranění vazů</b>		
v kolika letech došlo k úrazu?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
předcházela zranění dlouhodobá bolest?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
na které dolní končetině?	<input type="checkbox"/> odrazová	<input type="checkbox"/> neodrazová
který vaz?	<input type="checkbox"/> postranní vnitřní	<input type="checkbox"/> postranní vnější
jaký druh poranění vazů?	<input type="checkbox"/> přední zkřížený	<input type="checkbox"/> zadní zkřížený
jak bylo zranění řešeno?	<input type="checkbox"/> natažení	<input type="checkbox"/> natržení <input type="checkbox"/> přetržení
došlo k opětovnému zranění?	<input type="checkbox"/> konzervativně	<input type="checkbox"/> operativně
<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
<b><input type="checkbox"/> poranění chrupavky</b>		
v kolika letech došlo k úrazu?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
předcházela zranění dlouhodobá bolest?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
na které dolní končetině?	<input type="checkbox"/> odrazová	<input type="checkbox"/> neodrazová
která chrupavka?	<input type="checkbox"/> mezi čéšskou a stehenní kostí	<input type="checkbox"/> mezi stehenní a holenní kostí
bylo poranění spojeno se zlomeninou?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
jak bylo zranění řešeno?	<input type="checkbox"/> konzervativně	<input type="checkbox"/> operativně
došlo k opětovnému zranění?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
<b><input type="checkbox"/> poranění svalů a jejich úponů</b>		
v kolika letech došlo k úrazu?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
předcházela zranění dlouhodobá bolest?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
na které dolní končetině?	<input type="checkbox"/> odrazová	<input type="checkbox"/> neodrazová
který sval? – uveďte	<input type="checkbox"/> pohmoždění	<input type="checkbox"/> natažení
jaký druh poranění?	<input type="checkbox"/> konzervativně	<input type="checkbox"/> částečné nebo úplné natržení svalu
jak bylo zranění řešeno?	<input type="checkbox"/> konzervativně	<input type="checkbox"/> operativně
došlo k opětovnému zranění?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
<b><input type="checkbox"/> onemocnění měkkých tkání z přetížení</b>		
v kolika letech Vám bylo onemocnění diagnostikováno?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
předcházela diagnóze dlouhodobá bolest?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne
na které dolní končetině?	<input type="checkbox"/> odrazová	<input type="checkbox"/> neodrazová <input type="checkbox"/> obě
jak bylo onemocnění řešeno?	<input type="checkbox"/> konzervativně	<input type="checkbox"/> operativně
v jakém místě došlo k projevu onemocnění - uveďte číslo podle obrázku:		
pokud znáte přesnou diagnózu, prosím uveďte:		
došlo k vymizení potíží?	<input type="checkbox"/> ano	<input type="checkbox"/> ne

**V. část - terapie**

21. Byl/a jste následkem zranění nucen/a upravit tréninky?

- ne, zranění mi umožňuje sportovat na stejné úrovni
  - ano, musel/a jsem snížit frekvenci nebo náročnost tréninku
  - ano, ale musím využívat ortopedické pomůcky (ortéza, obvaz, taping...)
  - nemohu dále trénovat
22. Docházel/a jste pravidelně na rehabilitaci? Pokud ano, na jakou.  ano  ne
- individuální cvičení s fyzioterapeutem
  - fyzikální terapie (laser, elektroterapie, rázová vlna, magnetoterapie...)  nosil/a jsem pomůcky
23. Užíval/a jste kvůli zranění nějaké léky?  ano  ne
24. Jaký byl výsledný efekt terapie?
- nezabrala
  - pomohla částečně
  - pomohla úplně
25. Umožnilo Vám zranění pokračovat v hraní a trénování volejbalu/plážového volejbalu?
- ano, nijak mě ve sportu neomezilo
  - ano, ale v upravených podmínkách (snížení zátěže, pomůcky)
  - ne, musel jsem přestat s tréninkem (zranění mě vyřadilo ze sportovní kariéry)