

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

HODNOCENÍ ÚROVNĚ NEUROMUSKULÁRNÍ ŘÍZENÍ KOLENNÍHO KLOUBU
U FOTBALISTŮ VE VĚKU 15 LET V PRŮBĚHU SOUTĚŽNÍHO OBDOBÍ
Bakalářská práce

Autor: Tomáš Morávek, Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

Olomouc 2019

Bibliografická identifikace

Název diplomové práce: Hodnocení úrovně neuromuskulární řízení kolenního kloubu u fotbalistů ve věku 15 let v průběhu soutěžního období

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2019

Abstrakt: Bakalářská práce se zabývá hodnocením neuromuskulárního řízení kolenního kloubu u fotbalistů věkové kategorie U15. Pro výpočet byl použit absolutní a relativní index tuhosti dolních končetin a index reaktivní síly. Pomocí těchto indexů lze podle některých autorů usuzovat na riziko poranění kolenního kloubu. Indexy byly vypočítány z výsledků 20 submaximálních vertikálních skoků a 5 maximálních vertikálních skoků. Výskoky byly provedeny na kontaktním koberci (Fitronic, Bratislava) a silové plošině (PASCO, Roseville). K udržení frekvence skoků byl použit metronom (Wittner, GmbH & Co. KG, Isny, Německo). Výsledky ukázaly, že u tuhosti dolních končetin je hodnota významně nižší na konci sezóny ve srovnání s jejím začátkem a u reaktivního silového indexu je hodnota významně vyšší na konci sezóny ve srovnání se středem sezóny. Na základě výsledků tuhosti dolních končetin lze usuzovat, že únava může mít vliv na neuromuskulární koordinaci. Naopak zvýšené hodnoty reaktivního silového indexu mohou značit vliv tréninku a zranění.

Klíčová slova: Fotbal, poranění, přední zkřížený vaz (ACL), vertikální výskok, tuhost dolní končetiny, reaktivní index síly

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Title of the thesis: Evaluation of the level of neuromuscular knee control in 15 year old male football players during the competition season

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

The year of presentation: 2019

Abstract: The bachelor thesis deals with the evaluation of neuromuscular knee joint control of football players of the U15 category. For calculation, an absolute and relative index of the lower limb stiffness and a reactive force index were used. According to some authors, these indices can suggest a risk of knee injury. The indices were calculated from the results of 20 submaximal vertical jumps and 5 maximal vertical jumps. Jumps were made on a contact carpet (Fitronic, Bratislava) and a power platform (PASCO, Roseville). A metronome was used to maintain the jump frequency (Wittner, GmbH & Co. KG, Isny, Germany). The results showed that in case of the lower limb stiffness the value is significantly lower at the end of the season compared to its beginning and in case of the reactive force index it is significantly higher at the end of the season compared to the middle of the season. Based on the results of the lower limb stiffness, it can be concluded that fatigue may affect neuromuscular coordination. Conversely, increased reactive force index values may indicate training and maturation.

Keywords: Football, injury, anterior cruciate ligament (ACL), vertical jump, lower limb stiffness, reactive index of force

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

Prohlašuji, že jsem závěrečnou písemnou práci zpracoval samostatně s odbornou pomocí
Mgr. Zdeňka Svobody, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a řídil se
zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne

.....

Děkuji panu Mgr. Zdeňkovi Svobodovi, Ph.D za pomoc, ochotu a cenné rady, které mi poskytl při zpracování bakalářské práce. Dále za to, že diplomová práce mohla vzniknout za podpory projektu grantové agentury České Republiky č. GA16-13750S s názvem „Kumulativní efekt únavy na neuromuskulární řízení kolene a riziko zranění u mladých sportovců během růstu a zrání.“

Obsah

1 ÚVOD.....	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ	9
2.1 Fotbal.....	9
2.1.1 Charakteristika fotbalu	9
2.1.2 Profil hráče ve fotbale	10
2.2 Charakteristika staršího žactva.....	12
2.2.1 Fyzický vývoj	12
2.2.2 Sportovní trénink staršího žactva	15
2.2.3 Psychologický vývoj	19
2.3 Sportovní trénink.....	20
2.3.1 Roční tréninkový cyklus.....	20
2.4 Zatížení, únava, zotavení a regenerace ve fotbale.....	23
2.4.1 Zatížení	23
2.4.2 Únava.....	24
2.4.3 Zotavení a regenerace	24
2.5 Zranění ve fotbale	26
2.5.1 Mechanismus úrazu	26
2.5.2 Anatomická oblast zranění	27
2.6 Anatomie kolenního kloubu	28
2.6.1 Kolenní kloub	28
2.6.2 Stavba kolenního kloubu	28
2.6.3 Vazy obklopující kolenní kloub	29
2.6.4 Zkřížené vazy	30
2.6.4.1 Přední zkřížený vaz (ACL)	31
2.6.5 Svaly ovládající kolenní kloub	31
2.6.6 Menisky kolenního kloubu	33
2.6.7 Nervy kolenního kloubu	34
2.6.7.1 Inervace kloubního pouzdra.....	34
2.7 Pohyby kolene	34
2.8 Prevence zranění	36
2.9 Poranění Kolene	37
2.9.1 Poranění ACL (přední zkřížený vaz).....	39
2.10 Nástroje pro hodnocení neuromuskulární koordinace a rizika zranění.....	41

2.10.1 Relativní tuhost dolní končetiny (leg stiffness).....	41
2.10.2 Reaktivní index síly (RSI)	42
3 CÍLE.....	44
3.1 Cíl práce	44
3.2 Dílčí cíle	44
3.3 Výzkumná otázka.....	44
4 METODIKA	45
5 VÝSLEDKY	47
6 DISKUZE	49
7 ZÁVĚR	52
8 SOUHRN	53
9 SUMMARY	54
10 REFERENČNÍ SEZNAM	55

1 ÚVOD

V dnešní době máme kolem sebe spoustu důkazů o tom, že životy dětí jsou pod nadvládou elektroniky a cukru. To způsobuje zvýšenou nadváhu a obezitu dětí. Stevens et al. (2012) uvádí, že se od roku 1980 výrazně zvýšil výskyt nadváhy a obezity. V absolutních číslech to představuje nárůst z 572 milionů obyvatel s nadváhou v roce 1980 na 1,46 miliardy obyvatel v roce 2008, přičemž z toho 508 milionů obyvatel je obézních.

Puberta a adolescence jsou považovány za zvláště zranitelné období pro osobní rozvoj a sexuální zraní (Hills, Andersen & Byrne, 2011). Sport je jednou z možností, jak tomu předcházet. Bohužel sport s sebou nepřináší jen zdravé tělo, lepší výkonnost a osobní vyrovnanost, ale má i svá rizika. S vyšší četností sportování také narůstá počet zranění. Především dětským úrazům bychom měli věnovat důkladnější pozornost, z důvodu jejich následného vývoje. Truellová (2007) uvádí, že u dětí byla nejvíce riziková skupina pro poranění ve věku 12 až 16 let. Ve studiích Brophyho, Silverse, Gonzalese a Mandelbauma (2010) a Wonga a Honga (2005) i dalších potvrzují, že většinu sportovních úrazů ze sportovních her tvoří fotbal. Je zde evidována téměř polovina všech úrazů ze sportovních her. Dále se shodují na tom, že nejčastějším zraněním je úraz kotníku, za kterým následuje poranění kolene. Poranění předního zkříženého vazů (ACL), je pak jedním z nejčastějších typů poranění kolene (Chaudhari, et al., 2008).

Kvůli tomu, že je fotbal nejrozšířenějším sportem na světě, provází ho také relativně vysoký počet zranění. Kvůli velké konkurenci a obrovské prestiži může být na hráče vyvíjen nadměrný tlak. Bangsbo (2007) uvádí, že hráči mezi 12 až 15 lety ještě nejsou zcela připraveni na velké zatížení. Z toho pramení časté zranění, obnovení zranění a přetrénování. Těmto rizikům musíme u dětí a mládeže předcházet. Profesionální trenér by tyto rizika měl brát v úvahu. Jedním z důvodů vzniku zranění je zhoršení neuromuskulárního řízení, z důvodu únavy organismu.

Poznatky o neuromuskulární koordinaci nám umožňují vyhodnotit stávající rizika poranění. Validními nástroji pro posouzení neuromuskulárního řízení se jeví index tuhosti končetiny a index reaktivní síly (Lloyd, Oliver, Hughes & Williams, 2012).

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Fotbal

2.1.1 Charakteristika fotbalu

Fotbal je sport s největším počtem účastníků na světě (Dvorak, Junge, Graf-Bauman & Peterson, 2004). Více než 200 milionů lidí z 203 států jsou členy Federace mezinárodních fotbalových asociací (FIFA), Unie Evropské fotbalové asociace (UEFA) má 23 milionů členů v 51 zemích (Volpi & Taioli, 2012).

Jedním z důvodů je dostupnost, protože fotbal se může hrát téměř kdekoli. Bedřich (2006) uvádí, že fotbal je významnou pohybovou aktivitou, kterou lze nadále rozvíjet za předpokladů dostatečné vzdělanosti a informovanosti.

Fotbal hrají dvě družstva o jedenácti hráčích na každé straně. V týmu se nacházejí čtyři skupiny hráčů: brankáři, obránci, záložníci a útočníci. Cílem této hry je vstřelit míč do soupeřovy branky, bez pomoci rukou. Branky je dosaženo v tu chvíli, když míč přejde celým svým objemem brankovou čáru. Utkání vyhrává ten, kdo má na konci hrací doby větší počet vstřelených branek. Hrací plocha musí být zcela přírodní nebo jestli je pravidly povoleno celá z umělého hracího povrchu. Barva umělých povrchů musí být zelená. Čáry na hracím povrchu musí být všechny stejné, nejvíce 12 cm široké. Hrací plocha má obdélníkový tvar o rozměru minimálně 90 x 45 metrů a maximálně 120 x 90 metrů. Rozměry brankové konstrukce jsou 7,5m na šíř a 2,5m na výšku (Kureš et al., 2016).

Ve hře je zakázána nepřiměřená surovost, úmyslná hra rukou a jakýkoli projev nesportovního chování. Za porušení těchto pravidel může být hráč vyloučen rozhodčím, pomocí červené nebo dvou žlutých karet. V této kolektivní hře je upřednostňována spolupráce. Hráči pohybují míčem v jakémkoli směru a to driblováním, přihrávkami a střelami na soupeřovu branku (Kureš et al., 2016).

Jak ve své knize popisuje Kirkendall (2013), tak týmová spolupráce u kolektivních sportů s sebou nese velkou pravděpodobnost přímého kontaktu se soupeřem, spoluhráči a míčem. Tento sport je ukázkou neustále se měnícího prostředí individuálních i skupinových útoků a obrany.

Fotbal se neustále zrychluje a vyvíjí. Vliv moderních technologií a komunikačních vymožeností se do fotbalu promítá mnoha způsoby. Ovlivňuje tak nejen vrcholový fotbal, ale i fotbal jako takový. (Kureš et al., 2016).

2.1.2 Profil hráče ve fotbale

Hráči fotbalu by měli být dobře připraveni prakticky ze všech pohledů tělesné kondice. Typický dobře trénovaný fotbalista má poměrně značně rozvinuté pohybové schopnosti, přestože jednotlivě v žádné z nich nemusí výrazně vynikat. Což je jeden z hlavních rozdílů od individuálních sportů. Tím lze částečně vysvětlit přitažlivost fotbalu a důvod proč jej může hrát téměř každý (Kirkendall, 2013).

Odborníci, kteří pohyby fotbalistů detailně studují, tak podle Kirkendalla (2013) rozlišují několik činností: stoj, chůze, klus, rychlý běh a sprint. Pokud je pohyb rychlejší než klus, je považován za běh vysokou a velmi vysokou intenzitou a je dále spojen se skoky, během stranou, šikmým během a během vzad. V průběhu zápasu provede fotbalista téměř tisíc různých činností, které se mění každých 4 - 6 sekund. Vzhledem k tomu, že se činnosti hráče velmi často a nepředvídatelně mění, nepřekvapí nás, že fotbalisté mají velmi vysoce rozvinuté obratnostní schopnosti.

Fyziologické předpoklady

Grasgruber a Cacek (2008) ve své knize popisují, že fotbalisté profesionální úrovně mohou být vyššího i nižšího věku. Hráči nižšího věku dokáží obvykle lépe ovládat míč a jsou tak stavěni více na technické pozice, jako je například středový záložník. Hráči vyššího věku mají výhody ve vzdušných soubojích o míč a jsou spíše stavěni na posty obránců, útočníků nebo brankářů. Většina fotbalistů je průměrného nebo lehce nadprůměrného věku se somatotypem ektomorfního mezomorfa.

Studie Hazira (2010), která srovnávala fyziologické charakteristiky a somatotyp hráčů. Bylo zjištěno, že jsou všechny herní pozice v Super League (SL) od hráčů ve First League (FL) významně odlišné. Všichni účastníci studie byli profesionální fotbalisté z Turecké SL a FL. Data byla seskupena podle herní pozice a herní úrovně. Hlavním zjištěním bylo, že fyziologické charakteristiky a somatotypy fotbalistů byli odlišné ve vztahu k jejich herní pozici a úrovni. Somatotyp hráčů na vyšší úrovni byl více mezomorfní charakteristiky a méně endomorfní a ektomorfní než u hráčů na nižší úrovni. Tyto výsledky byly potvrzeny na všech herních pozicích.

Pro fotbalisty je v zápase typické střídání aerobního a anaerobního zatížení. Volpi a Taioli (2012) uvádí, že během přerušovaného (intermitentního) zatížení sportovec využívá jak chůze, klusu, tak i běhu a sprintu. Fotbal je sport, který silně závisí na aerobní vytrvalosti a krátkodobé vysoké intenzitě intermitentní aktivity (Rampinini et al., 2009).

Jedním z ukazatelů, které ovlivňují fyziologické parametry je uběhnutá vzdálenost. Za tímto účelem jsou používány různé metody: sledování pohybu hráče z videozáznamu, krokoměry, GPS a další. Průměrná uběhnutá vzdálenost v mužském fotbale se pohybuje mezi 9 700 a 13 700 m. V ženském fotbale je to asi 8 000 m. U dorostenců a žáků je průměrná uběhnutá vzdálenost nižší. To je ovlivněno také kratší hrací dobou a pomalejší hrou (Kirkendall, 2013).

Obecně platí, že jedna polovina až dvě třetiny uběhnuté vzdálenosti připadají na aerobní zatížení jmenovitě na chůzi a klus. Zbytek tvoří běh ve vyšší anaerobní intenzitě plus běh stranou a běh vzad (Kirkendall, 2013).

U fotbalových hráčů byla ve studii Marangoz a Bastürk (2018) zjištěna velmi vysoká pozitivní korelace mezi objemem dolních končetin a svalovou silou. Dále byla zjištěna vzájemná korelace mezi anaerobní silou, objemem a hmotností dolních končetin. Tento vztah hraje rozhodující roli v anaerobním výkonu. Lze pozorovat, že sportovci s větším objemem a hmotností dolních končetin vykazují vyšší anaerobní výkon. Větší šíře femuru a větší množství svalových vláken pravděpodobně vedou k větší svalové síle, která ovlivňuje maximální sílu.

Přibližně 80 – 90 % výkonu probíhá v nízkých až středních činnostech. Ve vysokých intenzitách je realizováno 10 – 20 % zatížení (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2017). Průměrně se délka sprintů ve fotbale pohybuje od 9 do 27 m a opakují se každých 45 - 90 sekund. Celková vzdálenost překonaná sprintem je u profesionálů 730 - 910 m, rozdělených do 9 - 27 m úseků. Je-li při běhu veden míč, vzrůstá fyziologické zatížení při všech rychlostech asi o 15 % (Kirkendall, 2013). Běh maximální a submaximální intenzity zaujímá 35 - 40 % běhu a běh nízkou a střední intenzitou 60 - 65 %, hodnoty jsou však odlišné podle hráčských postů (Fajfer, 1990).

Z hlediska vytrvalostní připravenosti jsou hráči s nejvyšší výkonností schopni absolvovat během fotbalového utkání vzdálenost 9 - 12 km (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2017). Přibližně 80 až 90 % výkonu probíhá v nízkých až středních činnostech. Ve vysokých intenzitách je realizováno 10 až 20 % zatížení. Profesionální hráči vykonávají 2 - 3 km ve vyšších běžeckých intenzitách (>15 km/h) a 0,6 km vykonávají sprintem (>20 km/h) (Iaia, 2009). Ve fotbalových utkání se tepová frekvence nejčastěji pohybuje mezi 150 až 170 tepy za minutu s občasným výskytem hodnot nad 180 tepů za minutu. Většina hráčů využívá 75 - 80 % své kapacity, proto je fotbal, dle standardní interpretace, považován za aerobní cvičení (Kirkendall, 2013).

K tomu, abychom jsme v budoucnosti připravili mladé hráče na vrcholový individuální výkon, musíme brát ohled na všechny faktory sportovního výkonu (Fajfer, 2005). Vývoj mladého fotbalisty od začátku až po vrcholovou výkonnost lze rozdělit do několika etap, které mají různé cíle, obsah a metody. Opomenutí některých faktorů sportovního výkonu v tomto vývoji může snížit výkonnost mladého hráče, nebo ji zcela zastavit.

2.2 Charakteristika staršího žactva

Ve fotbale odpovídá starší žactvo období staršího školního věku. To je zpočátku stále ještě příznivé pro stimulaci koordinačních schopností a pro rychlostně silová cvičení. Později podmínky dovolují ve větší míře stimulaci vytrvalostních, rychlostních a silových schopností. Zpomaluje se rozvoj kloubní pohyblivosti (Dovalil et al., 2009).

Mazzantini a Bombardieri (2013) popisují specifika hráčů ve věku 12 až 15 let, což je velmi důležité období psychického a fyzického růstu hráčů. V tomto věku je důležité začít pracovat na rozvoji taktického myšlení, které se v tomto období rozvíjí. Cílem každého tréninku je rozvinout technický aspekt (prostřednictvím úvodní zahřívací hry nebo technické činnosti), motorický a fyzický aspekt (prostřednictvím koordinační aktivity) a individuální taktický aspekt (prostřednictvím herní situace nebo specifických her).

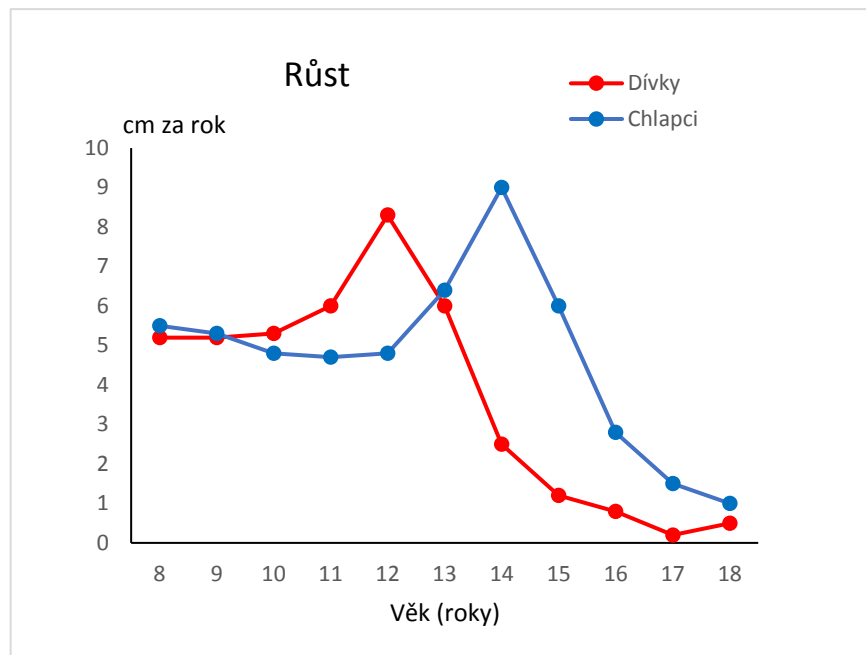
2.2.1 Fyzický vývoj

Děti se vyvíjejí psychicky, sociálně i fyzicky jako v žádném jiném období života. Schopnost dítěte hrát fotbal je tedy závislá na sociálních zkušenostech, psychickém vývoji a fyzické kapacitě. Každé dítě se vyvíjí individuálně v závislosti na svém biologickém genetickém potenciálu, biologickém zrání a životním prostředí (Bangsbo, 2007).

Bangsbo (2007) upozorňuje, že děti nejsou malí dospělí a rozhodně by neměly být trénovány stejným způsobem jako dospělí jedinci. Je důležité, aby trenér tohoto věkového období pochopil proces zrání těla, kterým hráči procházejí (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Chlapcům i dívkám se může před pubertou zvýšit tělesná výška o 4 - 8 cm za rok. Během období puberty se rychlost růstu významně zvýší až na 8 - 15 cm za rok (Obrázek 1). Můžeme toto období považovat za začátek puberty. Doba trvání růstového spurtu je

kolísavá, ale ve většině případů trvá 1 - 2 roky, pak se růst tělesné výšky snižuje. Růst se může zastavit ve věku kolem 16 až 18 let (Bangsbo, 2007).



Obrázek 1. Fyzický růst v průběhu věku (Bangsbo, 2007).

V období růstu může mít dítě potíže s koordinací pohybů, protože změny v tělesných rozměrech jsou velké. Je běžné, že děti mají problémy i s jednoduchými úkoly, které dříve dokázaly udělat. Chlapci mají výraznější potíže než dívky, protože jejich růst je větší (Bangsbo, 2007).

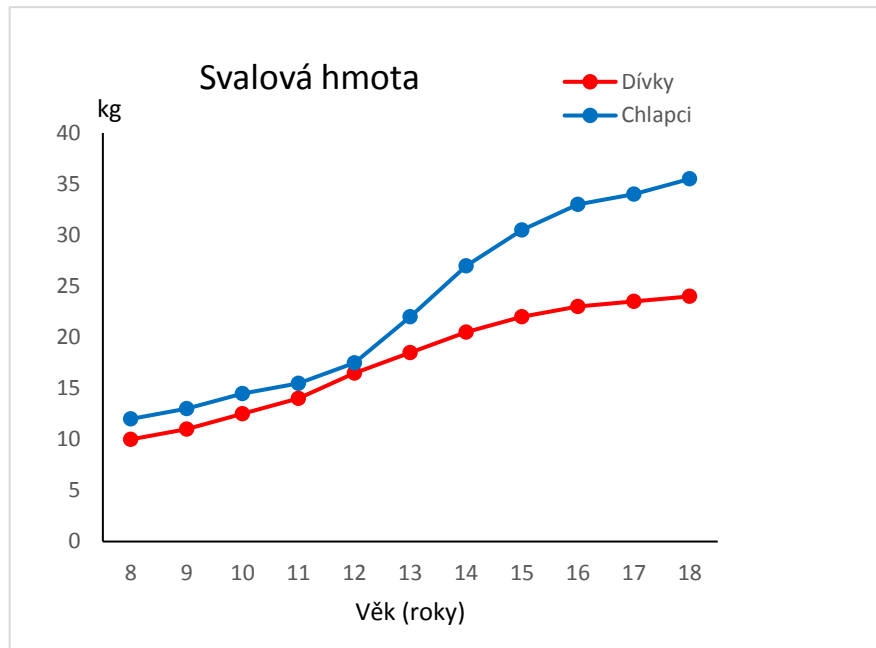
Kostra

Dětské kosti jsou měkčí než kosti dospělých. Kostra dětí obsahuje více chrupavek a je pružnější. To na jedné straně znamená, že jsou děti pružnější a jsou méně náchylné k akutním zraněním, ke kterým může dojít například při pádu. Na druhé straně jsou děti náchylnější k trvalému zranění v důsledku chybného, jednostranného nebo příliš velkého fyzického zatížení. Teprve ve věku 20 let lze očekávat, že kostra bude plně rozvinuta (Bangsbo, 2007).

Svalová hmota

Hmotnost svalů v těle se zvyšuje s růstem dětí (Obrázek 2). Až do puberty je vývoj svalové hmoty u dívek i chlapců podobný. Během puberty u chlapců, na rozdíl od dívek, dochází ke zvýšení hormonu testosteron, což vede k výraznému růstu svalů. Podíl svalové hmoty ve vztahu ke zvýšení tělesné hmotnosti u chlapců po pohlavním zrání, dosahuje

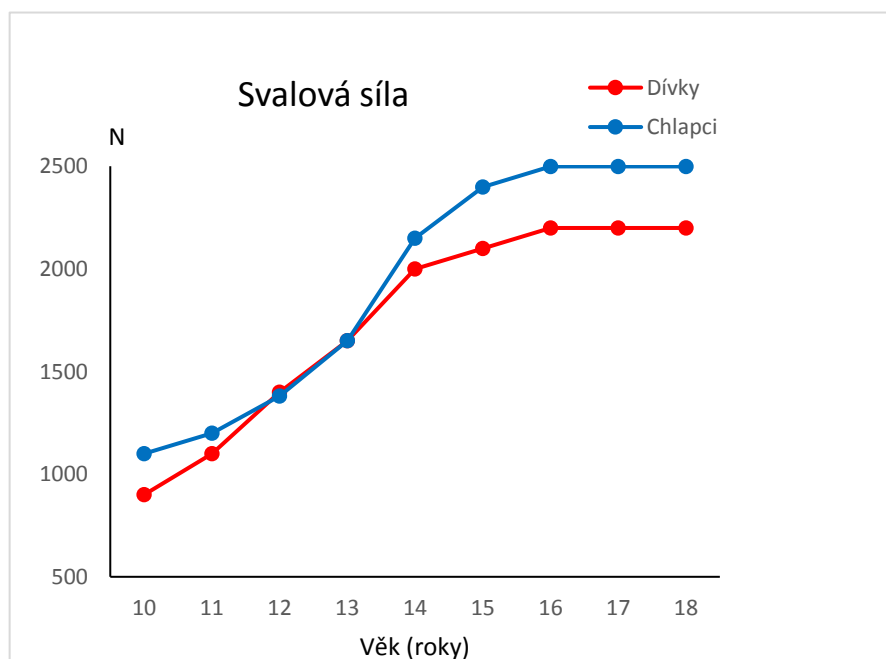
přibližně 40 % dospělého člověka. Je běžné, že hmotnost svalů u chlapců je přibližně zdvojnásobena od věku 10 let do věku 17 let (Bangsbo, 2007).



Obrázek 2. Nárůst svalové hmoty v průběhu věku (Bangsbo, 2007).

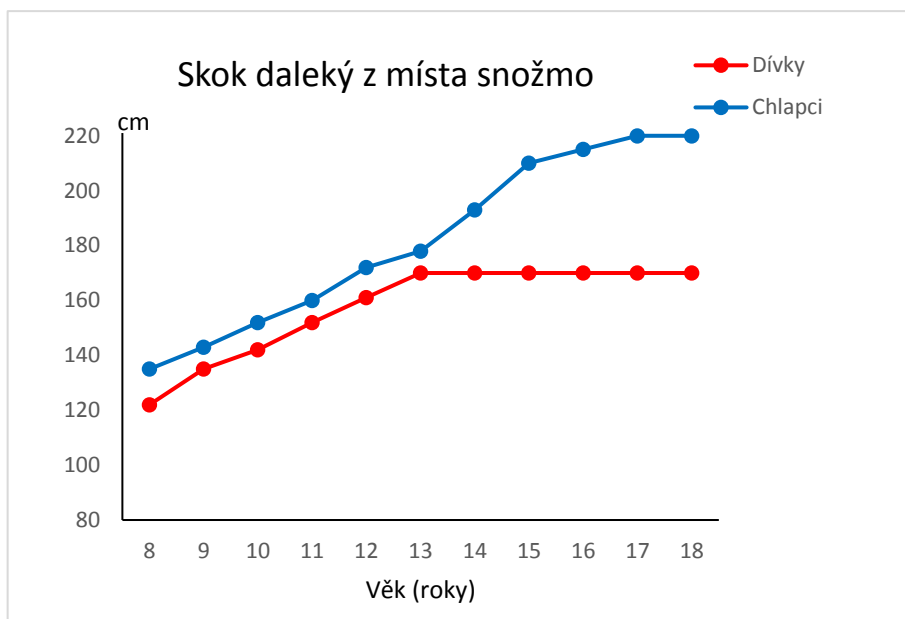
Svalová síla

Síla vznikající při maximálním pohybu úzce souvisí s objemem (hmotností) svalů, které pohyb tvoří. Rozvoj svalové hmoty se zvyšuje s růstem dětí (Obrázek 3). Do puberty je vývoj svalové síly dolních končetin podobný pro dívky i chlapce (Bangsbo, 2007).



Obrázek 3. Nárůst svalové síly v průběhu věku (Bangsbo, 2007).

Rozvoj svalové síly je také spojen se zvýšeným výkonem v činnostech, které ho vyžadují. Obrázek 4 ukazuje, že výskok chlapců i dívek roste spolu se zvyšováním svalové hmoty a svalové síly (Obrázek 2, 3) (Bangsbo, 2007).



Obrázek 4. Zlepšení skoku dalekého z místa snožmo v průběhu věku (Bangsbo, 2007).

2.2.2 Sportovní trénink staršího žactva

Trénink síly

V závislosti na sportu a typu silového tréninku jsou tréninkové jednotky (mikrocikly) specificky navrženy s ohledem na jednotlivce. Svalová síla, pokud je trénována, může být výrazně zlepšena. Pokud sval není trénován, tak naopak ztratí svalový tonus a sílu samotnou (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Až do úplné pohlavní zralosti bychom neměli hovořit o tréninku maximální síly s váhami na posilovacích strojích, protože zásah by měl negativní dopady na ještě jemné a nestabilní struktury kostí. Činnosti zaměřené na tuto schopnost mohou být zábavně řešeny kruhovými tréninky, které využívají střídání technických pohybů a cvičení s vlastní hmotností. Typem síly, která je většinou trénována ve věku 14 a 15 let, je rychlostní síla a silová vytrvalost (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Rychlostí síla

Je trénována s přirozeným zatížením, s konstantními pohyby při odpovídající rychlosti. Opakování by nemělo být vyšší než 8 - 10 v rozmezí 3 - 5 sérií. Opakování by mělo proběhnout rychle a svalová vlákna by se neměla unavit. Pro rozvoj rychlostní síly se využívá plyometrická metoda, která pracuje s elastickou silou akumulovanou svalem po kontrakci (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Silová vytrvalost

Dovalil et al. (2009) uvádí, že pokud je pohybová činnost spojena s jistým odporem, který je třeba dlouhodobě opakovaně překonávat, jedná se o silovou vytrvalost. Jde o schopnost na pomezí silové a vytrvalostní oblasti lidské motoriky.

Může mít aerobní nebo anaerobní základ. Ve fotbale je důležité udržet přiměřenou úroveň síly, i když sval začne být unavený. Silová vytrvalost je trénována s pomalým opakováním, kde je po delší dobu aplikován významný odpor. Průběh této aktivity je charakterizován prodloužením doby, kdy je aktivita prováděna. Počet opakování může být 18 - 20 a zatížení by mělo být opakováno v 3 - 5 sériích. Cvičení by mělo trvat déle než 45 sekund. Rychlost provedení cvičení musí být mírná. Kruhový trénink, se zapojením míče a technickým pohybem je pravděpodobně nejlepším typem silového tréninku, protože stimuluje také koncentraci (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Rychlostní vytrvalost

Znamená schopnost vykonávat pohybovou činnost absolutně nejvyšší intenzitou co možná nejdéle. Podle Lehnerta et al. (2010) je to už od 7 s. Tato schopnost je na hranici vytrvalostních a rychlostních schopností lidské motoriky. Zatímco rychlostní schopnosti se pojí s maximální možnou intenzitou po dobu několika sekund, rychlostní vytrvalost označuje schopnost udržet dosaženou maximální intenzitu a opakovaně ji vyvíjet co nejdéle (Dovalil et al., 2009).

Energetické krytí je převážně zabezpečeno anaerobně-alaktátovým a anaerobně-laktátovým systémem. Rychlá koncentrace laktátu zapříčiní nástup útlumových procesů v CNS, které se podílejí na postupném narušení nervosvalové koordinace. Úroveň rychlostní vytrvalosti ovlivňuje délku udržení maximální rychlosti a nástup poklesu rychlosti v konečném úseku (Lehnert et al., 2010).

Důležitou schopností pro sportovce týmového sportu je schopnost opakovaně provádět sprinty s minimálním zotavením mezi sériemi sprintů, které jsou označovány

jako schopnost opakovaného sprintu (RSA). Několika studiemi bylo dokázáno, že lepší výkon ve sprintu a schopnost opakovat zátěž při vysoké intenzitě jsou spojeny s hrou na vyšší úrovni (Barbero-Álvarez et al., 2010).

Hohmann, Lames a Letzelter (2010) uvádí, že rychlostní vytrvalost je možné trénovat z tréninkově-metodického hlediska téměř všemi metodami rychlostního i vytrvalostního tréninku. V tréninkovém procesu se upřednostňují kratší úseky před delšími v každém novém stupni intenzity. Zde zaujímá zvláštní postavení opakovací metoda, která slouží ke zlepšení výdrže.

Umění trenéra nespočívá jen ve výběru správné metody ke zlepšení jednotlivých komponent, které jsou základem komplexní schopnosti. Musí také zvolit správné složení různých metod silového, vytrvalostního a rychlostního tréninku v průběhu krátkodobého, střednědobého a dlouhodobého tréninkového procesu, které bude optimálně snesitelné a účinné (Hohmann, Lames & Letzelter, 2010).

Vytrvalost

Je to motorická dovednost, která umožňuje hráči prodloužit pracovní zátěž i přes únavu. Vytrvalost je spojena s množstvím červených svalových vláken s funkčností oběhových a dýchacích systémů, které generují energii pro udržení aerobního, anaerobního a-laktátového a anaerobního laktátového zatížení (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Dovalil et al. (2009) také upozorňují na to, že důležitou roli mají psychické činitele, jako je volní úsilí a dlouhodobá koncentrace.

Celková vytrvalost nezávisí na typu aktivity, ale závisí na aerobní kapacitě a kapilární kapacitě nebo na schopnosti krvinek dodávat kyslík do svalů. Specifická zátěž je specifická pro činnost jednotlivce. Doba cvičení by neměla být nadměrná, protože cvičení musí být prováděna se střední intenzitou. Doba obnovy je úměrná pracovnímu zatížení. Pro trénování této schopnosti se můžeme rozhodnout pro smíšené aktivity s míčem nebo bez něj. Hry na držení míče, herní situace a hry malých forem jsou preferovány před běhy (výběhy) a koly po hřišti. V případě, že není možné na hřišti hrát, může se zvolit varianta s během typu fartlek (intervalový trénink) se změnami rychlosti a rytmu (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Rychlost

Tato pohybová schopnost představuje vztah mezi vzdáleností a časem. Fotbalista musí mít nejen dobrý stupeň základní rychlosti, ale musí mít také dobře vyvinutou reakční rychlost a rychlostní sílu, se správným smyslem pro načasování (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Hráči musí být také rychlí při běhu s míčem, což je základní technická dovednost. K trénování rychlosti ve fotbale se také používají atletické tratě a ovály. Zde se trénuje pouze rychlost bez míče, což je motorická schopnost a rychlost s držení míče u nohy je technická dovednost (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Rychlost souvisí s množstvím bílých vláken ve svalech. Jejich počet je ovlivněn genetikou jedince. Při tréninku můžeme zasáhnout do účinnosti nervového systému a do funkčnosti svalového systému. V malé míře lze uvažovat také o transformaci pomalých červených svalových vláken na rychlá bílá vlákna mezi 13 - 15 lety (před pubertou) (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

U plánování tréninků si musíme uvědomit, že rychlost se začíná rozvíjet již ve věku od 1 do 6 let. Trénováním reakční rychlosti, sprinterských schopností a akcelerace zlepšíme naši rychlost, která je důležitá pro dosažení požadované vzdálenosti v co nejkratším čase. Od 12 do 15 let může být rychlost specificky trénována a výrazně zlepšena. Použití míče v tomto typu tréninku je důležité, stejně tak jako cvičení bez míče (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Pokud je rychlostní síla a mobilita trénována a zdokonalena, pozitivně tím zasahujeme do schopnosti vykonávat motorické úkony rychleji. Principem specifického tréninku rychlosti je naplánovat cvičení krátkého trvání. Ta by trvala maximálně 10 sekund při maximální rychlosti se středními a dlouhými časy zotavení, aby se svaly a mozek nepřetížily (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Koordinační schopnosti

V rozmezí 5 - 12 let se koordinační schopnosti vyvíjejí rychleji. Ve věku 12 - 15 let jsou koordinační dovednosti ovlivněny zrychlením růstu a potřebou přizpůsobit se kompenzaci změn v poměru délek těla (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Obratnost

Tato schopnost představuje provádět jeden nebo více pohybů v co nejkratším čase. Útočník může být rychlý při provádění kombinovaných pohybů driblování a střelení,

i když nemá vysokou rychlostní základnu. Musíme být opatrní, když plánujeme tréninkovou jednotku a nezaměňovat obratnost za rychlost (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Flexibilita

Větší pružnost vazů a nízký svalový tonus jsou typičtější pro mladší jedince. V pozdějším věku dochází ke zvýšení svalového tonu, která omezuje flexibilitu hráče. Proto je důležité už mladé sportovce v tomto ohledu vzdělávat a věnovat určitý čas pro rozvoj flexibility a obecné mobility prostřednictvím strečinku (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

2.2.3 Psychologický vývoj

Chlapci vykazují známky větší agresivity. V tomto období upřednostňují hry s pravidly a společenské hry. Tedy se fotbal jeví jako velmi vhodný. Jednotlivec zde vytváří svou vlastní osobnost, hodnoty a pocity. V tomto věku se plně rozvíjí vlastní identita. Rodiče a učitelé jsou nyní kritizováni, jejich nedostatky jsou zveličovány a trenér se může stát referenčním bodem (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

V tomto období se také formuje intimita. Pro formování sociální stránky jedince může být důležité, že může najít v týmu mohou najít mentální podporu. Fotbalový tým často hráčům dodává pocit sounáležitosti, přijetí a integrace. Proto může fotbal mít pozitivní vliv i na zbytek života, konkrétně například na společenský aspekt, výkon ve škole, celkové zdraví jedince a jeho zapojení do jiných aktivit (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Špatný vztah s trenérem nebo nedostatek zábavných prvků a her v tréninku může mít za následek opuštění sportovní aktivity. Proto je důležité, aby měl trenér povědomí také o psychologických aspektech tréninku dospívajících hráčů (Mazzantini & Bombardieri, 2013).

Stává se, že při zápase někteří hráči nepodávají očekávaný výkon jako při trénincích, nebo selhávají v kritických momentech zápasu. Může to být z důvodu nedostatečného osvojení pohybových dovedností, nebo jak popisují Buzek et al. (2007), dochází k psychickému selhání. Psychologický přístup a uplatňování psychologických metod pomáhá trenérovi i v tréninkovém procesu při motivování hráčů, v individuálním přístupu k hráčům, komunikaci a konfliktech, procesu učení, v budování sociálních vztahů a týmové spolupráce.

2.3 Sportovní trénink

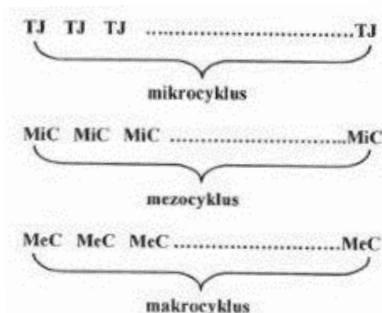
Sportovní trénink chápeme jako proces rozvoje výkonnosti sportovce nebo družstva, zaměřený na dosahování nejvyšších sportovních výkonů ve vybraném druhu sportu. Z hlediska pedagogického je to výchovně vzdělávací proces, jehož vzdělávací stránka je dána poznáváním, osvojováním vědomostí a dovedností a rozvojem schopností (Fajfer, 2005).

Na trénink lze pohlížet z mnoha úhlů. Společným bodem je přitom spojení s procesem cvičení, osvojování a zdokonalování vybraných pohybových činností. Trénink je složitý a účelně organizovaný proces rozvíjení specializované výkonnosti sportovce ve vybraném sportovním odvětví nebo disciplíně. Trénink musí současně respektovat celkový rozvoj jedince. Cílem tréninku je dosažení relativně nejvyšší výkonnosti ve zvoleném sportovním odvětví na základě všestranného rozvoje sportovce. Což také znamená usilování o rozvoj výkonnosti v dané sportovní disciplíně a o rozvoj výchovný například dodržováním fair play (Perič & Dovalil, 2010).

2.3.1 Roční tréninkový cyklus

Cyklus je ve sportu časový úsek, které má daný začátek a konec. Tvoří ho různě dlouhé úseky tréninkového procesu (Dovalil et al., 2009).

Obvykle se rozlišují mikrocykly, mezocykly a makrocykly. Tréninkové jednotky v opakujícím se schématu, se nazývají mikrocyklus (nebo také krátkodobý, vícedenní tréninkový cyklus). Několik mikrocyklů naplňuje mezocyklus (nebo střednědobý, vícetýdenní cyklus). Střídání a opakování mezocyklů podle principů stavby tréninku v delším časovém úseku, bývá označován jako makrocyklus (Obrázek 5). Trvá několik měsíců až let (Dovalil et al., 2009).



Obrázek 5. Schéma tréninkových cyklů (TJ = tréninková jednotka, MiC = mikrocyklus, MeC = mezocyklus) (Dovalil et al., 2009).

Roční tréninkový cyklus jako nejběžnější makrocycklus je považován za základní jednotku dlouhodobě organizované sportovní činnosti. Je sestaven tak, aby maximální výkonnost sportovce kulminovala v požadovaném čase (Dovalil et al., 2009).

Požadavky na trénink se během roku mění. Tomu odpovídá standartní periodizace, rozlišující přípravné, předzávodní, závodní (také může být nazýváno hlavní nebo soutěžní) a přechodné období (Tabulka 1), tato období mohou být různě dlouhá a tvoří je různý počet mezocyklů (Dovalil et al., 2009).

Tabulka 1

Periodizace ročního tréninkového cyklu (Dovalil et al., 2009)

Období	Hlavní úkol období
přípravné	rozvoj trénovanosti
předzávodní	vyladění sportovní formy
závodní	prokázání a udržení vysoké výkonnosti
přechodné	dokonalé zotavení

Přípravné období tvoří základy u našeho výkonu, kterými zajistíme vhodné předpoklady pro růst výkonnosti. Hlavním úkolem pro toto období je zvýšení trénovanosti. Toto období můžeme považovat za nejdůležitější v ročním cyklu. Uvedený úkol nelze v plném rozsahu zajistit jindy, protože se cíle a úkoly v dalších období liší. Zkušenosti sportovců a trenérů navíc naznačují, že podcenění tréninku v přípravném období nebo jeho zkrácení má většinou za následek stagnaci výkonnosti. Trénování v přípravném období se principy především týká velikosti zatížení, výběru cvičení, jejich rozložení a posloupnosti v čase i celkového přístupu (Dovalil et al., 2009).

Předzávodní období bývá obvykle dlouhé 2 – 4 týdny. Předchází prvním startům v mistrovských soutěžích. V ročním tréninkovém cyklu má za úkol dosáhnout vysoké sportovní formy. Ladění sportovní formy (často nazýván jako vyladovací trénink) plynule navazuje na předchozí trénink v přípravném období (Dovalil et al., 2009).

Sportovní forma znamená stav optimální specializované připravenosti sportovce či družstva, při němž je dosahováno maximální úrovně sportovních výkonů, odpovídajících aktuálnímu stavu trénovanosti. Hlavním ukazatelem a kritériem jsou samotné sportovní výkony v reálných podmínkách soutěží. Sportovní forma je dána hlavně sladěním všech

faktorů výkonu, jejich provázaností a výbornou koordinací s důrazem také na psychiku (Dovalil et al., 2009).

Mezi hlavní tréninkové zásady ladění sportovní formy patří (Dovalil et al., 2009):

- snížení objemu zatížení při současném udržení jeho vysoké intenzity,
- důraz na kvalitu tréninkové činnosti,
- dostatek odpočinku,
- důsledné využití speciálních cvičení,
- využívání přípravných startů jako tréninkového prostředku,
- zdůraznění psychologické přípravy.

Vyladovací trénink může probíhat do značné míry individuálně a má respektovat individuální potřeby (Dovalil et al., 2009).

V závodním období se vyskytují soutěže. Hlavním cílem je zhodnotit předchozí přípravu a prokázat nejvyšší výkonnost. Účast v soutěžích a komplexní sportovní činnost se stává měřítkem úspěšnosti talentu i tréninku. Další motivací jsou i úspěchy v soutěžích (Dovalil et al., 2009).

Soutěže se řadí mezi náročné životní situace, neboť se odehrávají v prostředí kvalitativně odlišném od tréninku, ve kterém na sportovce působí různé vlivy jako jsou diváci, počasí, význam soutěže apod. Úkolem tréninku v závodním období je vytváření podmínek pro udržení, případně opakované vyladění sportovní formy (Dovalil et al., 2009).

Dále se v tomto období snižuje objem tréninkového zatížení, ale udržuje se jeho intenzita. Celková velikost zatížení je závislá na soutěžních startech a jejich úrovni (Dovalil et al., 2009).

Principy stavby tréninku a struktury ročního cyklu lze bez obtíží realizovat u mládeže a ve výkonnostním sportu. U školní mládeže se musí také přihlížet k režimu školního roku. Prázdniny mohou být využity k tréninkovým táborem, soustředěním nebo individuálním úkolům. Zvýšené nároky v závěru školního roku mohou mít na trénink výrazný vliv (Dovalil et al., 2009).

V přechodném období je střídáno zatížení sportovce fázemi odpočinku. Využíváno je pro zotavení organismu a doléčení všech zranění. Platí to nejen pro elementární cyklus sekvence tréninkových jednotek, ale i pro roční tréninkový cyklus (Dovalil et al., 2009).

Při jednoduchém organizování ročního tréninkového cyklu trvá toto období obvykle 3 – 6 týdnů, při vícenásobné periodizaci bývají období kratší. Obsahem zde může být několik regeneračních mikrocyklů (Dovalil et al., 2009).

Přechodné období má především za úkol snížit nahromaděnou únavu, která vyplývá z výkonnostních požadavků soutěže. Hlavní pozornost je věnována co nejdůkladnějšímu zotavení. Můžeme říci, že podstatou je snížení velikosti zatížení. Na přechodné období plynule navazuje úvodní mikrocyklus nového přípravného období (Dovalil et al., 2009).

2.4 Zatížení, únava, zotavení a regenerace ve fotbale

2.4.1 Zatížení

Přiměřený podmět vyvolává v organismu reakci, která určitým způsobem narušuje homeostázu vnitřního prostředí a v tomto důsledku za určitých podmínek lze u jedince očekávat řadu nejrůznějších změn. Cílené vytváření a využívání těchto podmětů tak, aby ovlivňovaly formování sportovního výkonu, patří k podstatě tréninku. Podněty tohoto typu jsou v terminologii sportovního tréninku označovány jako zatížení. Jako podnět je upřednostňována pohybová činnost. Nejedná se o jakoukoli pohybovou činnost, ale o činnost účelově uspořádanou. Zde se řeší pohybové úkoly různého druhu s nároky na tělesnou námahu i psychiku sportovce. V tomto případě se jedná o tréninková cvičení. Cvičení je specifické svým pohybovým obsahem, dobou trvání a stupněm úsilí (Perič & Dovalil, 2010).

Objem zatížení je kvantitativním ukazatelem zatížení, které vypovídá o množství tréninkové činnosti. V zásadě je dán dobou nebo množstvím opakování (Perič & Dovalil, 2010).

Intenzita zatížení charakterizuje velikost úsilí, se kterým sportovec provádí daný pohybový úkol. Vynakládané úsilí při pohybové činnosti může být přirozeně různé, od nízké úrovně až po úsilí hraniční (Perič & Dovalil, 2010).

Vztah mezi objemem a intenzitou zatížení má podobu nepřímé úměrnosti. Vysoká intenzita umožňuje malý objem a nízká intenzita umožňuje větší objem. Neboli pokud chceme při cvičení pracovat vysokou intenzitou, lze to činit jen ve velmi malém objemu, krátkodobě. a naopak pokud má cvičení trvat déle, nutně musí být jeho intenzita nižší. Proto není možné, aby sportovec současně prováděl vysokou intenzitu cvičení po delší dobu (Perič & Dovalil, 2010).

2.4.2 Únava

Perič a Dovalil (2010) uvádí, že každé soutěžní i tréninkové zatížení vyvolá únavu. Nejčastěji je projevena snížením výkonnosti. Rozlišuje se únava tělesná a duševní, únava celková a místní. Uvádíme i jako únavu periferní, což jsou změny ve svalech např. vyčerpání energetických rezerv, pokles vody a elektrolytů a zvýšená koncentrace laktátu. Únava centrální je představena jako snížená funkce CNS.

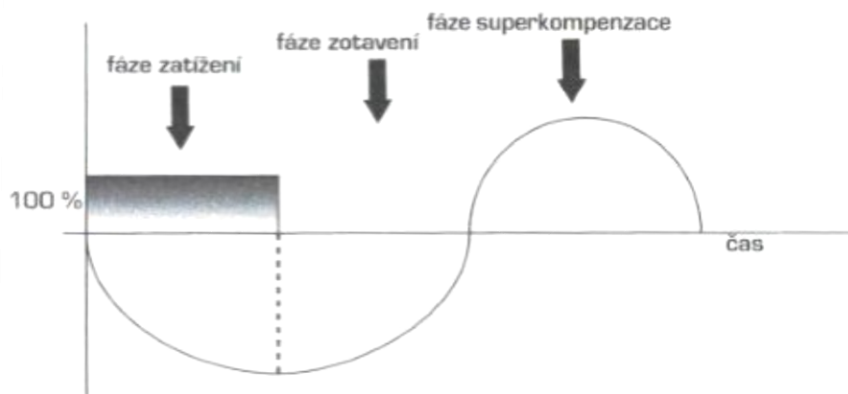
2.4.3 Zotavení a regenerace

Po každém zatížení ve sportovním tréninku musí následovat zotavení, které směřuje k obnově homeostázy. To je jedna z hlavních podmínek efektu zatížení a zvyšování trénovanosti a výkonnosti. Jak už je uvedeno výše, tak zatížení je u člověka provázeno řadou změn. Právě ty musejí být po skončení cvičení kompenzovány: např. návrat fyziologických funkcí do klidové úrovně (pokles srdeční frekvence, krevního tlaku apod.), doplnění vyčerpaných energetických zdrojů (např. glykogenu), odbourání negativních zplodin metabolismu (laktát, močovina apod.), odstranění psychické únavy. Zotavení je tedy nepostradatelnou součástí tréninku (Perič & Dovalil, 2010).

Každé zotavení neprobíhá v čase stejně, navíc u každého člověka trvá různou dobu. Fyziologické a biomechanické funkce organismu mají různou rychlost obnovy. Poměrně rychle se navrácí do výchozích hodnot např. srdeční frekvence či tlak krve. Delší dobu potom trvá odbourávání metabolitů např. laktát obvykle v řádu hodin a po dobu hodin až dnů dochází k obnovení rezerv glykogenu, doplnění vitamínů či obnova enzymů (Perič & Dovalil, 2010).

Superkompenzace

Ve fázi zotavení jsou znovuobnovovány energetické zdroje. Obnova se však nezastaví na původní hodnotě, ale do určité míry ji převýší. Převýšení výchozí úrovně energetických zdrojů označujeme superkompenzací (Obrázek 6). Z tohoto důvodu by mělo další zatížení nastat právě v tento okamžik. Navýšení energetického potenciálu není trvalé, tudíž pozdější zatížení nevede k požadovaným výsledkům (Perič & Dovalil, 2010).



Obrázek 6. Změny energetických rezerv ve fázi zatížení a zotavení (Perič & Dovalil, 2010).

Trvání, velikost a rychlost nástupu superkompenzace závisí na intenzitě a době trvání zatížení (Perič & Dovalil, 2010). Dokonalejší a rychlejší průběh zotavovacích procesů umožňuje další trénink (Dovalil et al., 2009).

Odstraňování únavy při zotavení je nejčastěji prováděno odpočinkem a dostatečným spánkem. Tyto činnosti jsou obecně nazývány jako pasivní odpočinek či zotavení. U vrcholových sportovců však často přestává stačit rychlost zotavení prováděné pasivním odpočinkem, proto se přistupuje k urychlení zotavných procesů. Sportovcům to umožní více trénovat, uvažuje se až o 15 - 30 % objemu. Prostředky a postupy, které zrychlují zotavné procesy, bývají označovány jako regenerace (Perič & Dovalil, 2010).

Regenerace ve sportu zahrnuje veškeré činnosti, které mají zrychlit a zefektivnit zotavení. Pozornost věnovaná regeneraci se nepochybně odráží v možnostech tréninku a následné výkonnosti. Úspěšní sportovci se regeneraci věnují mnohem více a systematictěji. Odráží se to také na jejich zdravotním stavu a výsledkem je nižší počet dnů neschopnosti a nemoci (Dovalil et al., 2009).

Martinková (2013) popisuje, že podcenění regeneračních procesů vede k poruchám pohybového aparátu a výsledkem může být jeho chronické poškození. Sportovci, kteří se delší dobu nedostatečně věnují regeneraci, mají za následek přetrénování a poklesu sportovní výkonnosti. Samotný strečink po zátěži zmírňuje svalové napětí a omezuje rozvoj svalových dysbalancí. Je také označován jako aktivní regenerace. Ve fotbale vyklusání po tréninku nebo zápase urychluje odstranění metabolitů nahromaděných v závislosti na předcházející pohybové aktivitě.

2.5 Zranění ve fotbale

Buzek et al. (2007) poukazují ve své knize na příčinu negativních změn svalových funkcí v oblasti bederní páteře a dolních končetin. Může to být nedostatečně kompenzovaná jednostranná či nadměrná tréninková zátěž, která vede ke svalové dysbalanci v dané oblasti, ale i k nefyziologickému zapojování jednotlivých svalových skupin v průběhu pohybu. Následkem je zhoršení vnitrosvalové koordinace, nižší výkon a častější úrazovost fotbalistů.

Podle Brophyho, Silverse, Gonzalese a Mandelbauma (2010) se počet zranění ve fotbale u dospělých mužů odhaduje na 10 – 35 v 1000 odehraných hodinách. Často je toto číslo vyšší u mladších a méně kvalifikovaných hráčů. Přibližně 60 – 80 % těžkých zranění se vyskytuje v oblasti dolních končetin. Nejčastěji u kolene nebo kotníku. Samotné kopání do míče má velký vliv na vznik zranění. Během utkání má hráč v průměru 51 kontaktů s míčem. Z analýzy rizika zranění při hraní fotbalu bylo zjištěno, že kopání do míče představuje polovinu pohybů, které mohou vést ke zranění.

2.5.1 Mechanismus úrazu

Wong a Hong (2005) na základě studií v rozmezí 26 let uvádí, že nejčastějšími mechanismy úrazu jsou souboje, běh, dribling, střelba, náhlá a rychlá změna směru, odraz a dopad. Dolní končetiny jsou často zraněny, protože hráči nejsou schopni dostatečně rychle a vhodně reagovat.

Hlavními příčinami bezkontaktních zranění mohou být horší povrchy hřišť nebo nevhodná obuv. Nerovná hrací plocha může vést k většímu zatížení vazů a svalů, což může vést až k poranění. Na pádu nebo podklouznutí může mít vlnu i nevhodná obuv, která nezajistí dostatečnou třecí sílu, ale i příliš velká třecí síla může způsobit zranění při náhlé a rychlé změně směru. Navíc, obránci často používají jakékoli prostředky k tomu, aby zabránili soupeři ve skórování. Zranění se také stávají při skákání a dopadu, protože hraní fotbalu se neobejde bez hlavičkování, střelby a chytání. Příčiny takových zranění jsou nesprávná přistávací technika, srážka mezi hráči po výskoku a před dopadem (Wong & Hong, 2005).

Hawkins et al. (2001) uvedli, že zranění způsobená bez kontaktu s hráčem byla častější než zranění způsobená tělesným kontaktem. Ze všech zranění jen běh, střelba, změna směru a skákání způsobili 39 % všech zranění. Poté autoři pozorovali čtyři profesionální fotbalové kluby po dvě sezóny. Zde potvrdili tvrzení, že bezkontaktní

zranění se na celkovém počtu zranění podílí více než zranění způsobená tělesným kontaktem. Nejčastějšími mechanismy úrazu byly běh, změna směru, střelba a dopad, které jsou klasifikovány jako bezkontaktní poranění.

2.5.2 Anatomická oblast zranění

Kvůli popsání anatomické oblasti zranění, byly dolní končetiny rozděleny na následující oblasti: kyčel, třísla, horní část dolní končetiny, koleno, dolní část dolní končetiny, kotník a noha. Z přehledové studie zahrnující 25 vybraných článků vyplývá, že nejvíce zraněnou oblastí je kotník, koleno a horní část dolní končetiny (Wong & Hong, 2005).

Možným důvodem velkého procenta zranění kotníku je jeho těsná blízkost u míče, což je ohnisko aktivity v tomto sportu. Šance na zranění kotníku jsou proto vyšší při driblování, střelbě a změně směru (Wong & Hong, 2005). Ze studií, které Wong a Hong (2005) analyzovali, vyplynulo, že u adolescentních hráčů bylo nejvíce zraněno koleno. Hawkins et al. (2001) uvádí, že koleno je velmi náchylné k poranění z důvodu kopnutí do míče velkou silou. Protože je to střed ramene páky nohy, takže je citlivější k větším silám, které jsou přenášeny z trupu přes kyčle a od země přes chodidlo a kotník.

Rozdíly ve zranění mezi mužským a ženským fotbalem ukazují, že tři nejčastěji zraněné části těla pro muže byly kotník (20 %), horní část nohy (17 %) a koleno (15 %). Pro ženské hráčky byly tři nejčastější části těla s výskytem zranění koleno (24 %), kotník (21 %) a horní část nohy (16 %) (Wong & Hong, 2005).

Wong a Hong (2005) také poukazují na to, že během utkání mají profesionální hráči vyšší míru zranění než dospívající hráči. Hráčky mívají více zranění v tréninku i utkání než muži. Nízká úroveň dovedností a vysoká konkurence tuto míru úrazu však zvyšují. Wong a Hong (2005) dále také doporučují, aby preventivní a rehabilitační programy byly přizpůsobeny a realizovány na základě těchto i novějších výsledků.

Stubbe et al. (2015) udávají, že riziko zranění v holandské fotbalové lize je vysoké. Během jedné sezóny 62,7 % hráčů utrpělo zranění. Většina zranění se týkala dolních končetin. Nejčastější zraněné partie jsou třísla, zadní stehenní sval, koleno, Achilova šlacha a kotník. Opakující se nebo obnovené zranění způsobily delší absenci hráčů, než způsobily zranění nová. Zranění kolene má za následek nejdelší dobu bez možnosti hraní.

Zařazení neuromuskulárního tréninku v rozevícce, by mělo pomoci snižovat zranění ve fotbalové komunitě. Tento tréninkový program byl účinný při snižování rizika

všech úrazů a akutních poranění. Týmy zakládající tréninkový program na neuromuskulárním tréninku měli vyšší procento ochrany před úrazy a akutními poraněními. Na základě těchto poznatků se doporučuje, aby fotbalové týmy dospívajících U13 - U18 se účastnili tohoto tréninku včetně součásti výcviku rovnováhy pro snížení rizika zranění ve fotbale (Emery & Meeuwisse, 2010).

2.6 Anatomie kolenního kloubu

2.6.1 Kolenní kloub

Kolenní kloub je označován za největší kloub lidského pohybového aparátu. Při běžném pohybu na něj působí velké zatížení, které se zvyšuje při aktivitách pracovních a sportovních. Proto je zde možnost úrazu nebo postupného opotřebenání (Trnavský & Rybka, 2006).

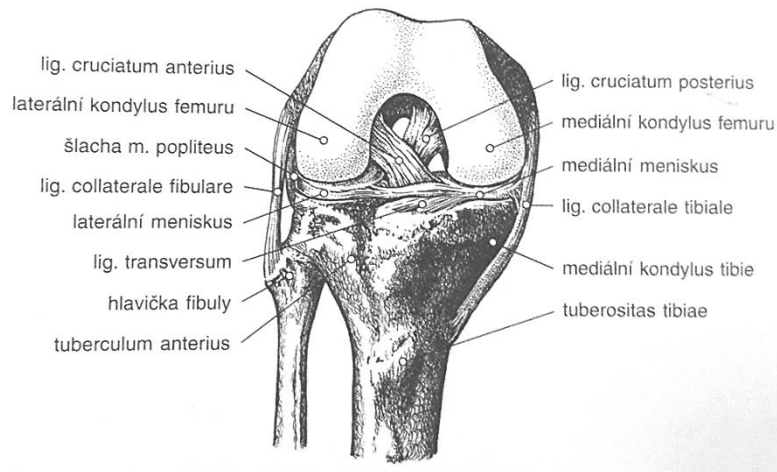
Tichý (2008) dodává, že je nejsložitějším kloubem v lidském těle, kvůli své komplikované stavbě a složité funkci. Jeho stabilita je často testována a narušována různými skoky, dopady a pády. Je zraňován nejčastěji při různých sportovních aktivitách. Ruptura předního zkříženého vazy kolene je nejčastějším úrazem.

2.6.2 Stavba kolenního kloubu

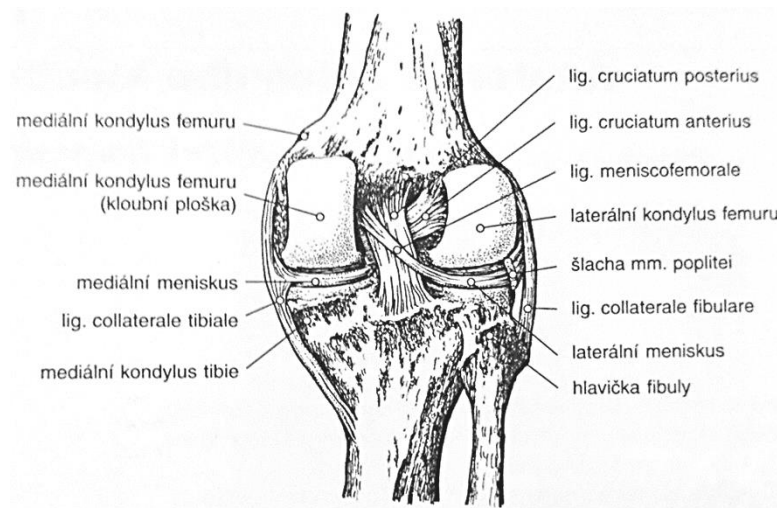
Obecně je kloub pohyblivé spojení dvou nebo více kostí, které se uvnitř vazivového pouzdra dotýkají plochami pokrytými hyalinní chrupavkou. V okolí každého kloubu se nacházejí zpevňující vazy, které mají funkci pasivních stabilizátorů a úpony svalů, které zastávají funkci aktivních stabilizátorů a výkonných jednotek pohybu (Martinková 2009).

Podle anatomické stavby je kolenní kloub kloubem složitým. Tvoří ho tři kosti femur, tibie a patella. Mezi femur a tibií jsou vloženy pomocné zařízení, které se nazývají menisky (Tichý, 2008). Menisky vyrovnávají nestejněměrné zakřivení kloubních ploch a tlumí různé nárazy a otřesy (Hemza & Hanzlová, 2004).

V kolenním kloubu se spojuje distální část kosti stehenní, proximální část kosti holenní a česka. Hlavici kolenního kloubu vytváří dolní konec kosti stehenní (Obrázek 7, 8) (Trnavský & Rybka, 2006).



Obrázek 7. Pravé koleno ve flexi – pohled zepředu (Trnavský & Rybka, 2006).



Obrázek 8. Pravé koleno ve flexi – pohled zezadu (Trnavský & Rybka, 2006).

Kloubní hlavice a kloubní jamka jsou vzájemně spojeny kloubním pouzdem. Vnitřní povrch pouzdra je vystlán jemnou nitrokloubní blankou, která produkuje kloubní tekutinu synovii. Vnější vrstva kloubního pouzdra je zesílená kloubními vazy (Hemza & Hanzlová, 2004).

2.6.3 Vazy obklopující kolenní kloub

Bartolomníček a Heřt (2004) popisují vazivový aparát kolenního kloubu jako nejmohutnější a nejkomplicovanější ze všech kloubů.

Vazy zasahující do kloubní dutiny jsou řazeny mezi intraartikulární stabilizátory. Navíc jsou všechny tyto struktury přes svou intraartikulární lokalizaci kryty synoviální

blanou. Řada dalších vazů zesiluje povrch kloubního pouzdra. Tyto vazy bývají označovány jako kapsulární (Bartolomníček & Heřt, 2004).

Zepředu se nachází vaz českový (lig. patellae). Ten patří k extenčnímu aparátu kolena spolu s m. quadriceps femoris, patelou a jejím závěsným aparátem (retinacula patellae). Ligamentum patellae je konečný úpon čtyřhlavého svalu. Povrchem přechází přes ventrální plochu pately a dorzální plocha vazů je oddělena od kloubu Hoffovým tělesem. Vaz se upíná na tuberositas tibiae, těsně nad úponem leží bursa infrapatellaris profunda. Retinacula patellae zesiluje přední část pouzdra a vytváří tři nad sebou ležící vrstvy (Trnavský & Rybka, 2006).

Dále je pouzdro zesíleno postranními, vnitřním a zevním vazem. Vnitřní postranní vaz (ligamentum collaterale tibiale) odstupuje od vnitřního epikondylu kosti stehenní. Upíná se na vnitřní a zadní okraj kosti holenní. Srůstá s kloubním pouzdem a tím i s vnitřním meniskem. Zevní postranní vaz (ligamentum collaterale fibulare) jde od zevního epikondylu kosti stehenní na hlavičku kosti lýtkové. Zadní stranu kloubního pouzdra zesiluje šikmý vaz zákolenní (ligamentum popliteum obliquum), který je součástí úponové šlachy m. semimembranosus. Jde šikmo od vnitřního okraje vnitřního kondylu tibie k zevnímu kondylu femuru. Je vetkán do kloubního pouzdra a při flexi brání k zaškrcení (Trnavský & Rybka, 2006).

2.6.4 Zkřížené vazy

Patří k nejvýznamnějším stabilizátorům kolenního kloubu. Nachází se ve fossa intercondylaris femoris mezi dvěma listy synoviální membrány. Ty se na přední ploše předního zkříženého vazů spojují (Bartolomníček & Heřt, 2004).

Oba zkřížené vazy přední i zadní zajišťují pevnost kolena. Zajišťují ji hlavně při flexi, kdy se oba vazy napínají. Omezují též vnitřní rotaci v kloubu tím, že se na sebe navíjejí. Napjaté lig. cruciatum anterius (ACL) táhne bérec do mírné zevní rotace (Čihák, 1987).

ACL jde od vnitřní plochy zevního kondylu femuru šikmo dopředu do jámy před vyvýšeninou mezihrbolovou (jako ruka do kapsy). Zadní vaz zkřížený (PCL) začíná od zevní plochy vnitřního kondylu femuru, jde šikmo dozadu dolů a upíná se v zadní jamce mezihrbolové. Tyto vazy zpevňují spojení mezi stehenní a holenní kostí. Mají také funkci brzdit vnitřní rotaci tím, že se na sebe navíjejí (Trnavský & Rybka, 2006).

Křížové vazy zůstávají stejnoměrně napnuté až do ohybu 60°. Poté se začíná zadní křížový vaz více napínat. Na zadní křížový vaz se totiž přenáší větší zátěž. Když se

kolenní kloub vrací zpět, brání mu přední křížový vaz v příliš velkém propnutí. Důležitým úkolem křížových vazů je zabránit nadměrnému posunu mezi stehenní a holenní kostí. Ve stoji mají předejít tomu, aby bérec vybočil dopředu nebo dozadu. Přední křížový vaz zajišťuje, aby holenní kost neskouzla dopředu. Zadní křížový vaz zajišťuje, aby bérec neskouzl dozadu (Engel-Chorus, 2005).

Při fotbale si ACL můžeme poranit, když nám někdo zezadu šlápne na lýtko. Zadní křížový vaz si můžeme poranit, když došlápeme nebo dopadneme s propnutým kolenem (Engel-Chorus, 2005).

2.6.4.1 Přední zkřížený vaz (ACL)

Začíná na polokruhovitém políčku ležícím v oblasti dorzální části mediální plochy zevního kondylu femuru. Zadní konvexní okraj začátku vazů těsně lemují okraj kloubní chrupavky kondylu. Vaz směřuje šikmo dolů, vpřed a lehce mediálně. Upíná se na oválné značně protáhlé políčko v area intercondylaris anterior. Vaz lze rozdělit na dvě části. Delší a slabší anteromediální část tvoří v plné extenzi přední a horní okraj vazů. Kratší a silnější posterolaterální část formuje v plné extenzi dorzální a spodní okraj vazů. Při 90° flexi se obě části vazů ve svém středu kříží (Bartolomníček & Heřt, 2004).

2.6.5 Svaly ovládající kolenní kloub

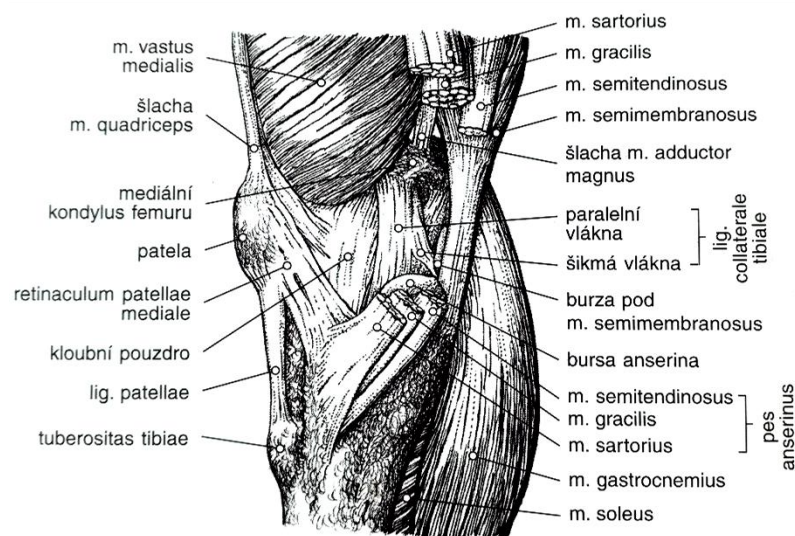
Hlavní svalovou strukturou posteromediální skupiny (Obrázek 9, 10) je m. semimembranosus. Začíná na hrbolu kosti sedací a přechází k tibiální straně proximálního konce tibie. Tady se dělí na tři části. Přední část jde pod ligamentum collaterale tibiale a končí v blízkosti tuberositatis tibiae, střední část se upíná na vnitřní kondyl tibie a zadní část přechází v ligamentum obliquum. Další sval je m. semitendinosus, který jde od hrbolku kosti sedací k vnitřnímu kondylu kosti stehenní. do této skupiny patří také m. gracilis, který začíná na kosti stydké při symfýze a upíná se s m. sartorius a m. semitendinosus na tibií společnou úponovou šlachou označovanou jako pes anserinus. M sartorius začíná od spina iliaca anterior superior, probíhá na přední straně stehna a upíná se do pes anserinus. Všechny tyto svaly se podílejí na flexi v kolenním kloubu a některé i rotaci (Trnavský & Rybka, 2006).

Do posterolaterálního komplexu patří m. biceps femoris, který je uložen na fibulární straně stehna. Je tvořen z dlouhé a krátké hlavy. Dlouhá hlava začíná na hrbolku sedacím, krátká hlava v dolní polovině zevního okraje stehenní kosti. Obě hlavy se sbíhají ve šlachy, která prochází podél ligamentum collaterale fibulare na hlavici fibuly. Mezi

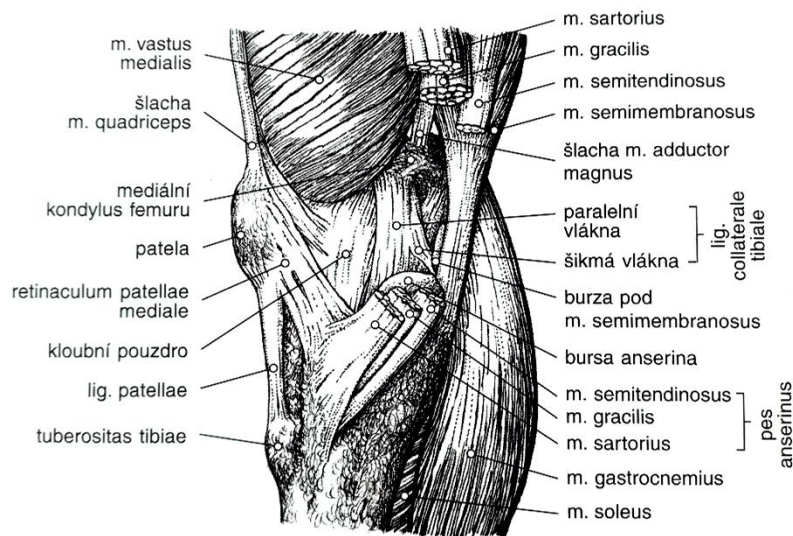
vazem a šlachou se nachází burza. Sval se podílí na flexi v kolenním kloubu a na zevní rotaci (Trnavský & Rybka, 2006).

Anteromediálně-anterolaterální komplex tvoří m. quadriceps femoris. Ten se skládá ze čtyř svalů: m. rectus femoris, m. vastus intermedius, m. vastus medialis a m. vastus lateralis (Trnavský & Rybka, 2006). Sval rectus femoris začíná na spina iliaca anterior inferior a nad acetabulem. Jeho svalové břicho přechází v aponeurózu, která se spojuje se šlachou m. vastus intermedius. Spolu s ní zabírá do sebe čěšku a jako ligamentum patellae se upíná na tuberositas tibiae. Dalším je m. vastus intermedius, který je uložen pod m. rectus femoris. Začíná od obvodu stehenní kosti s výjimkou linea aspera. Aponeuróza se distálně spojuje se šlachou m. rectus femoris. Další na řadě je m. vastus medialis, který začíná na vnitřním okraji linea aspera – labium mediale. Nad patelou se napojuje na šlachu m. rectus femoris a na tibiální stranu čěšky. Posledním z této skupiny je m. vastus lateralis, který začíná od zevního okraje linea aspera – labium laterale. Upíná se do šlachy m. rectus femoris a na zevní stranu patelly (Přidalová & Riegerová, 2008).

V tomto případě se jedná o skupinu extenzorů a m. rectus femoris se mimo to podílí na flexi v kyčelním kloubu (Trnavský & Rybka, 2006).



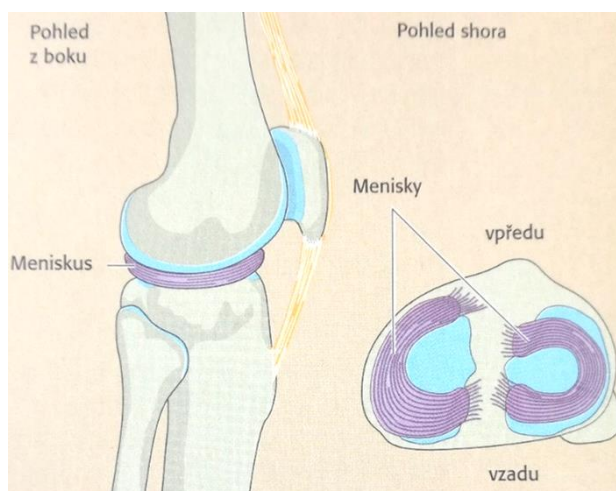
Obrázek 9. Pravé koleno – mediální pohled (Trnavský & Rybka, 2006).



Obrázek 10. Pravé koleno – boční pohled (Trnavský & Rybka, 2006).

2.6.6 Menisky kolenního kloubu

Vrcholy stehenní a holenní na sebe nenaléhají celou plochou, ale setkávají se jen v několika bodech. Tyto nerovnosti vyplňují tzv. „nárazníky“, které umožňují kostem na sebe lépe naléhat. Jsou to chrupavky a především menisky. Tyto poloměsíčitě destičky se nacházejí v kloubní štěrbině mezi stehnem a holení. Mění tlaky na dané body v zatížení celých ploch (Obrázek 11). Koleno je vybaveno vnitřním a vnějším meniskem. Oba menisky se při ohybu kolena přemístí dozadu a při narovnání zase dopředu, aby vyrovnávaly změnu kloubních ploch (Engel-Chorus, 2005).



Obrázek 11. Menisky kolenního kloubu (Engel-Chorus, 2005).

Poranění menisku vzniká převážně násilným vytočením ohnutým kolenem. K tomuto pohybu dochází často při fotbalu. Vnitřní meniskus vystavený silnému tlaku může prasknout nebo se utrhnout ze svého místa úponu na kloubní pouzdro a vnitřní vaz. U vnějšího menisku není mechanismus poranění jednoznačný. Poměr mezi poraněními vnitřního a vnějšího menisku činí 20 : 1 (Engel-Chorus, 2005).

2.6.7 Nervy kolenního kloubu

Podle Bartoníčka a Heřta (2004) se na nervovém zásobení kolenního kloubu podílejí tři silné nervové kmeny, nervus peronaeus communis, nervus tibialis a nervus saphenus.

Nervus peronaeus communis probíhá po dorzální straně stehna. V distální části lemuje dorzální okraj musculus biceps femoris. Uložen je v kolenním kloubu v laterální části fossa poplitea, kdy může být nerv při ohnutém kolenním kloubu i hmatný (Bartoníček & Heřt, 2004).

Nervus tibialis probíhá po dorzální ploše kloubu fossa poplitea. Uložen je povrchově a laterálně od vasa poplitea. Jako jediný nerv vydává v oblasti kloubu kromě větví senzitivních i větve motorické (Bartoníček & Heřt, 2004).

Nervus saphenus je nejdelší senzitivní větví nervus femoralis. Na mediální ploše stehna proráží lamina vastoadductoria a přikládá se na dorzální stranu musculus sartorius. Po ní sestupuje až do úrovně kolenního kloubu (Bartoníček & Heřt, 2004).

2.6.7.1 Inervace kloubního pouzdra

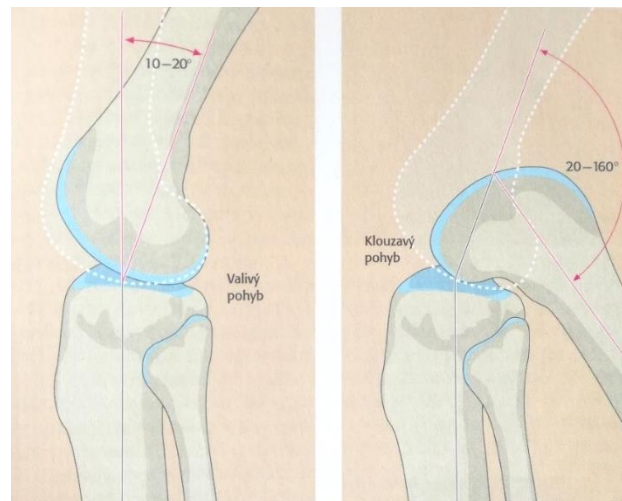
Bartoníček a Heřt (2004) také uvádějí, že do přední plochy pouzdra jdou z mediální strany senzitivní vlákna hlavně z nervus saphenus. Ze strany laterální jdou do pouzdra větvičky z nervus peronaeus communis. do zadní plochy pouzdra jdou vlákna ze dvou třetin z nervus tibialis a z jedné třetiny z nervus peronaeus communis.

2.7 Pohyby kolene

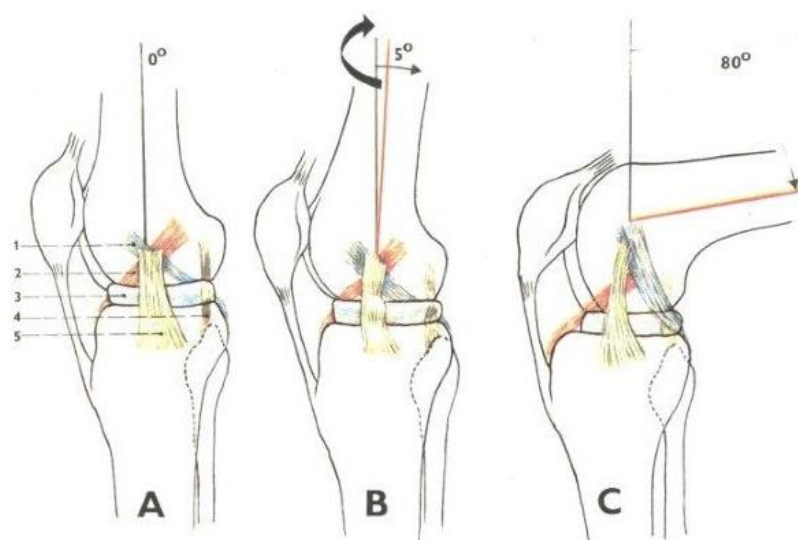
Jsou dány geometrickým tvarem kloubu a rozmístěním svalových úponků v okolí kloubu. Kolenní kloub se podle počtu komponent řadí mezi složené klouby a podle tvaru styčných ploch se řadí mezi kladkové klouby (Hemza & Hanzlová, 2004).

Při flexi v koleni jistí pohyb zkřížené vazy, které brání nežádoucím posuvným pohybům. Rozsah flexe v kolenním kloubu je 130° až 160° (Čihák, 1987).

Koleno slouží převážně k flexi a extenzi dolní končetiny. Při těchto pohybech kolenního kloubu jde o souhrn valivého a klouzavého pohybu. Pokud se ohne dolní končetina, převalí se stehenní kost po holenní kosti dozadu (Obrázek 12). Kdyby ohnutí nohy proběhlo pouze valivým způsobem, přepadla by stehenní kost vzadu přes okraj holenní kosti. Kloubní hrboly holenní kosti nejsou v tomto ohledu dostatečně dlouhé. od úhlu ohybu 10° až 20° přechází valivý pohyb v klouzavý. Anatomicky není možné, aby ohnutí zahájil klouzavý pohyb bez počátečního valivého. Stehenní kost by byla předčasně zadržena na zadním okraji holenní kosti. Ohyb kolena o 10° až 20° odpovídá změně úhlu mezi stehněm a bércelem při normální chůzi. Chůze z tohoto důvodu musí začínat valivým pohybem (Engel-Chorus, 2005).



Obrázek 12. Ohyb kolene – valivý a klouzavý pohyb (Engel-Chorus, 2005).



Obrázek 13. Postavení postranních a zkřížených vazů za extenze kolena a v průběhu flexe, pohled z vnitřní strany.

Legenda: 1) ligamentum cruciatum posterius, 2) ligamentum cruciatum anterius, 3) meniskus, 4) ligamentum collaterale fibulare, 5) ligamentum collaterale tibiale. A) v plné extenzi jsou napjaty postranní vazy i zkřížené vazy, B) při flexi do 5° spojené s počáteční rotací tzv. „odemknutí kolena“ se uvolňují postranní vazy a lig. cruciatum anterius, C) při pokračující flexi se znovu napíná lig. collaterale tibiale a lig. cruciatum anterius a zajišťují pevnost kloubu při pohybu (Čihák, 1987).

Rozsah pohybu

Celkový rozsah pohybu v kolenním kloubu se udává mezi 130°-160°. U sportovců může být maximální flexe ovlivněna velkou svalovou hmotou hamstringů (Tichý, 2008).

V rotaci závisí rozsah pohybu na tom, v jaké poloze se kloub právě nachází. V maximální extenzi není rotace žádná, protože je kloub uzamčený. Největších rotačních pohybů kolenní kloub dosahuje v ohnutí mezi 80° – 90° (Tichý, 2008).

2.8 Prevence zranění

Co se týká úrazů, tak Engel-Chorus (2005) potvrzuje, že míčové hry počtem zranění převyšují ostatní druhy sportu. Jak bylo popsáno výše, tak ve většině případů jde o zranění dolních končetin. Spoustu těchto úrazů má na svědomí cizí zavinění jako jsou fauly, skluzy a další. Také je způsobují pohyby, které jsou charakteristické pro daný druh sportu. Problematické jsou ve fotbale především náhlé, rychlé změny směru, které jsou nedílnou součástí této hry. Proto by fotbalisté měli zařadit do svého rozcvičení cviky zaměřené na stabilizaci kolena, které Engel-Chorus (2005) popisuje ve své knize.

Cílem rozcvičení je připravit organismus na zvýšené pohybové zatížení. Pomocí vhodně zvolených činností za účelem předejít poškození pohybového aparátu (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2014).

Spousta lidí i výkonnostních sportovců si myslí, že zraněním předejdou strečinkem, jestliže budou protahovat „studené“ svaly a šlachy. Však strečink bez zahřátí organismu a svalů je daleko horší než žádný strečink neprovádět. Rozcvičení má uvést organismus do takového stavu, aby byl připraven na zatížení, protože tělo lépe pracuje za zvýšené teploty. Ideální je, když jedinec na konci rozcvičení dosáhne svého anaerobního prahu (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2014).

Při zahřátí organismu proudí krev z centra do okrajových částí těla. Tím se zvyšuje elasticita kosterních svalů a klesá jejich vnitřní viskozita. Zahřáté svalstvo má vyšší povrchovou teplotu, proto teplo lépe proniká do vaziva a šlach. Následně dochází ke

zvýšení rozsahu pohybu ve vazivu, v kloubních pouzdrech a okolních tkáních (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2014).

Strečink je jedna z metod, která slouží k protažení svalů, které mají tendenci ke zkrácení. Odstraňuje bolestivé stavy pohybového aparátu a celkově pomáhá k uvolnění a relaxaci svalstva. V současné době využívá strečink poznatky z různých vědních disciplín, jakou je i fyzioterapie. Díky těmto poznatkům mohou cvičení efektivněji působit na pohybový aparát u sportovců a také u jedinců po zranění (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2014).

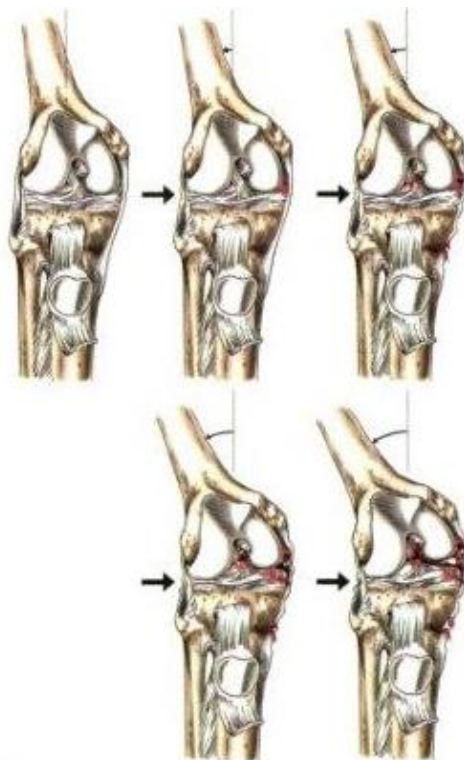
Provedení rozcvičení před tréninkovou jednotkou nebo utkáním, umožňuje sportovci eliminovat možnou hrozbu zranění a zároveň napomáhá k dosažení optimálního sportovního výkonu. Trenér by měl v rozcvičení respektovat hráčský post, individuální zvláštnosti a individuální rozcvičovací strategii každého hráče. Tímto poukazujeme na rozdílnost při rozcvičení hráče a brankáře (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2014).

Z důvodu, že se ve fotbale vyskytuje určité riziko zranění, byly za tímto účelem navrženy preventivní programy např. „F-MARC 11“. Jejichž jednotlivé cviky se zařazují do rozcvičení. Navrhované preventivní programy se ukázaly jako účinné pro snížení výskytu zranění ve fotbale (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2014).

Podle Wonga a Honga (2005) jsou potřeba k rozvoji preventivních a rehabilitačních programů především informace o zranění.

2.9 Poranění Kolene

Typické poranění kolen bývá páčení do stran, rotační pohyb těla při pevně fixovaném bérce a násilná flexe spolu s pákou do stran (Obrázek 14) (Martinková, 2009).



Obrázek 14. Mechanismus vzniku poranění kolene (Martinková, 2009).

Distorze kolenního kloubu

Poranění měkkého kolena je jedno z nejběžnějších zranění na dolní končetině. Jde převážně o sportovní úrazy, k nimž dochází při lyžování, basketbalu, volejbalu a fotbalu (Martinková, 2013).

Kontuze (pohmoždění) kloubů

K pohmoždění kloubů dochází působením přímého násilí na kloub. Převážně se jedná o pády při chůzi, běh v terénu a při sportovních činnostech. Nejběžněji se jedná o cyklistiku, lyžování, bruslení a kontakt s protihráčem u kolektivních sportů. Poškozena bývá kůže, podkoží a vazy kolem kloubu a občas je poškozena i kloubní výstelka. Nejčastěji jsou postiženy klouby ramenní, loketní, kolenní a hlezenní (Martinková, 2009).

Ruptury kolaterálních vazů

Jsou to běžným poraněním u lyžování, fotbalu a kontaktních sportech. Násilná rotace valgózního nebo varózního postavení dolních končetin vede k častější částečné nebo úplné ruptuře postranního vazů. Velkým násilím pak může dojít k přetržení ACL, případně poranění menisku. Ojedinele můžeme narazit na vytržení úponu kolaterálního

vazu s malou lamelou kosti. Častější je poranění mediálního kolaterálního vazu (Trnavský & Rybka, 2006).

Ruptura menisku

Jedná se o obvyklé izolované poranění měkkého kolene. Tyto úrazy vznikají převážně mezi 20. a 30. rokem života, zejména u sportovců nebo sportující populace. Poranění je způsobeno při určité flexi kolene, nejčastěji je meniskus roztržen násilnou rotací (Trnavský & Rybka, 2006).

2.9.1 Poranění ACL (přední zkřížený vaz)

Martinková (2009) uvádí, že u mladších jedinců dochází k poranění ACL většinou při sportovních aktivitách. Nejčastěji jde o násilné rotační pohyby. V případě mladých jedinců jsou poranění provázena trvalejšími následky na funkci kolenního kloubu.

Ruptura ACL je velmi častým poraněním sportující populace. Vzniká při rotačně valgózním stresu nebo při násilné hyperextenzi kolena. Zadní zkřížený vaz bývá poraněn pouze v ojedinělých případech, obvykle bývá poraněn spolu s ACL (Trnavský & Rybka, 2006).

Engel-Chorus (2005) uvádí, že ve fotbale si ACL můžeme poranit, když nám někdo zezadu šlápne na lýtko. Zadní křížový vaz si můžeme poranit, když došlápeme nebo dopadneme s propnutým kolenem.

Hootman, Dick a Agel (2007) uvádí, že poranění ACL je výrazně častější v utkání než v tréninku. Počty tohoto zranění, se v průběhu sledování významně zvyšovali.

Ve fotbale je výskyt poranění ACL u žen 2 – 10 krát vyšší než u mužů. Zranění často zahrnuje chybnou přistávací techniku, zpomalení, otáčení nebo dribling se změnou směru (Brophy, Silvers, Gonzales & Mandelbaum, 2010).

Ruptura ACL je zranění, které se nejčastěji vyskytuje během sportu a u mladší populace. Bohužel má za následek mnohem větší pravděpodobnost vzniku osteoartrózy (OA) kolene a také rozvoj OA v mladším věku. U zranění ACL je okamžitě pozorován abnormální pohyb, zatímco degenerativní změny v chrupavce jsou pozorovány pouze o mnoho let později. Příčinou těchto degenerativních změn může být abnormální pohyb dolní končetiny s nedostatkem v ACL (Chaudhari, et al., 2008).

Prevence zranění ACL

Studie Chaudhariho et al. (2008) ukazuje, že riziko a míra poranění je relativně nízká. Většina hlášených zranění nevedlo k výrazné časové ztrátě ve sportovní přípravě. Důležité je, že tyto údaje poukazují na potenciálně řešitelné problémy. Pokud tyto problémy budou řešeny prostřednictvím prevencí úrazů, budeme moci ještě více snížit míru úrazů v kolektivních sportech. Van Mechelen, Hlobil a Kemper (1992) navrhli čtyřstupňový model prevence poranění. Vzhledem k tomu, že existuje málo programů na prevenci úrazů, je základní potřebou stanovení příčin a mechanismů pro nejtěžší zranění a následný rozvoj jeho prevence, která bude sloužit k hodnocení v následujících obdobích (Hootman, Dick & Agel, 2007).

Změna pohybu v koleni po úrazu ACL

ACL hraje důležitou roli v kinematice kolenního kloubu tím, že poskytuje přední i zadní posuvný pohyb a vnitřní i vnější rotační stabilitu (Chaudhari et al., 2008).

Po rekonstrukci ACL studie použitím biplanarové vysokorychlostní radiografie ukázala, že kolena s ACL rekonstrukcí jsou udržována ve větší vnější rotaci. Tento výsledek naznačuje, že kolena s rekonstruovaným ACL mohou mít zvýšené riziko OA podobně jako kolena s deficitem ACL z důvodu kinematických abnormalit v tibiofemorálním pohybu (Chaudhari et al., 2008).

Dle Chaudhariho et al. (2008) studie využívaly k zachycení pohybu různé metody, ale všechny se shodují na tom, že pohyb kolene je po poranění ACL změněn. Spojení mezi aplikovanými mechanickými zátěžemi a strukturálním uspořádáním zdravé chrupavky naznačuje, že oblasti chrupavky jsou podmíněny místním mechanickým prostředím. Kinematický posun pozorovaný po poranění ACL proto může způsobit degenerativní metabolické změny v oblastech chrupavky, pokud se tkáň nemůže přizpůsobit novému modelu zatížení. V tomto navrhovaném mechanismu, změny v mechanickém prostředí chrupavky předcházejí biologickým změnám a tyto mechanické změny ve skutečnosti spouštějí pozdější biologické změny. Tento mechanismus pomáhá vysvětlit zvýšený výskyt OA po poranění ACL a poskytuje rámec pro vývoj a zdokonalování technik prevence OA.

2.10 Nástroje pro hodnocení neuromuskulární koordinace a rizika zranění

Ze studií Wong a Hong (2005) a Brophy, Silvers, Gonzales a Mandelbaum (2010) už víme, že v týmových sportech jsou běžné úrazy dolních končetin. Z tohoto důvodu stoupá význam prevence.

Bylo potvrzeno, že screeningové nástroje mohou identifikovat sportovce, kteří jsou náchylnější ke zraněním dolních končetin, jako jsou zranění ACL, kotníku, hamstringů nebo třísla (Dallinga, Benjaminse & Lemmink, 2012).

2.10.1 Relativní tuhost dolní končetiny (leg stiffness)

Výsledek lidského pohybu způsobuje, že těžiště člověka je neustále vystavováno změnám a střídavým fázím zrychlení a zpomalení. Termín “bouncing gait” byl používán Struzikem a Zawadzkiem (2016) k popsání pohybu, kde dolní končetiny vykonávají roli pružin zodpovědných za pohyby těžiště. Vlastnost elasticity spočívá v obnově předchozího tvaru a odstranění mechanických sil, které způsobují deformaci. Schopnost absorbovat a uvolňovat elastickou energii v lidském těle je zajišťována systémem svalů a šlach. Tkáň, která se chová jako pružina, je Achillova šlacha. Absorbuje a uvolňuje elastickou energii během pohybu člověka. Odhaduje se, že Achillova šlacha je schopna akumulovat až 35% mechanické energie potřebné pro provádění běhu a chůze. Elastická energie je také používána během lokomoce při pohybech prováděných v cyklu protažení a následné zkrácení svalu (SSC), například vertikální skoky (Struzik & Zawadzki, 2016).

Kvantitativní mírou elastických vlastností těla je tuhost, která představuje míru odolnosti vůči deformaci (Struzik & Zawadzki, 2016). Tuhost dolní končetiny nezávisí pouze na svalech a šlachách, ale ovlivňují ji také kosti, klouby, cévy, vazy a další. Můžeme ji odhadnout pomocí terénu, na kterém se sportovec nejčastěji pohybuje. Sportovci, kteří jsou zvyklí provádět výkon na měkčím povrchu, mají vyšší tuhost dolních končetin než ti, kteří se častěji pohybují na tvrdším povrchu (Ferris, Louie & Farley, 1998).

Během únavy dochází k tunutí svalů, což působí na nervosvalovou kontrolu dolních končetin. V prevenci poranění ACL v závislosti na únavě, je tedy zásadním ukazatelem tuhost dolní končetiny (leg stiffness). Je důležitým faktorem prevence zranění především při rychlých změnách směru nebo doskocích na jednu dolní končetinu (Hughes & Watkins, 2006). Riemann a Lephart (2002) se shodují na tom, že faktorem, který ovlivňuje svalovou tuhost je svalová síla. U žen je svalová síla nižší a z toho důvodu klesá

i tuhost dolní končetiny. Lehnert (2014) také uvádí, že vyšší tuhost dolní končetiny byla potvrzena jako ochranný mechanismus v prevenci zranění.

Deficit svalové síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu a zvýšená ipsilaterální svalová nerovnováha díky nervosvalové únavě je spojená s rizikem poranění ACL (Alentorn-Geli et al., 2009). Tuhost dolní končetiny má pozitivní vztah k maximální rychlosti ve sprintu jak u dětí, tak dospělých (Oliver & Smith, 2010). Studie dokazují, že vyšší tuhost, která je výsledkem eferentní motorické odpovědi v průběhu funkčních úkolů, např. v průběhu doskoků, zvyšuje stabilitu kloubu a snižuje riziko jeho zranění (Wikstrom, Tillman, Chmielewski & Borsa, 2006).

Tuhost dolní končetiny je poměr mezi maximální reakční silou a maximální mírou flexe dolní končetiny (Lloyd, Oliver, Hughes & Williams, 2012). Tento index ukazuje na riziko poranění kolenního kloubu. Nízké hodnoty tuhosti dolních končetin jsou rizikové, protože mohou vést ke zranění (Struzik & Zawadzki, 2016).

2.10.2 Reaktivní index síly (RSI)

RSI je ukazatelem, který lze použít při hodnocení SSC cyklu. Vypočítá se jako poměr mezi výškou skoku a časem stráveným v kontaktu s odrazovou podložkou. Plyometrická metoda se řídí schopností efektivně využít SSC (Lloyd, Oliver, Hughes & Williams, 2012).

Dle Lloyda, Olivera, Hughese a Williamse (2012) vyšší hodnoty RSI poukazují na vyšší úroveň reaktivních silových schopností. Mohou být také zvýšeny plyometrickým tréninkem. RSI je parametr vhodný pro sledování napětí na muskulotendinózním komplexu během plyometrických cvičení, jako jsou hloubkové skoky. RSI popisuje schopnost jedince provádět rychlé změny z excentrické do koncentrické kontrakce a vyjadřuje také výbušnou sílu sportovců při skákání. Index může být použit ke zhodnocení výsledků plyometrických cvičení (Flanagan, Ebben & Jensen, 2008).

Reaktivní síla je schopnost vytvořit co největší silový impuls v cyklu protažení, po kterém hned následuje zkrácení svalu. Pro mnoho pohybů je typické dosažení co největšího silového impulsu po prodloužení a následném zkrácení svalu. Nejčastěji se jedná o pohyb odrazový nebo odhodový. Obě fáze pohybu trvají přibližně do 250 ms. Během krátké amortizační fáze se hromadí elastická energie a po ní následuje fáze maximálního zrychlení těla ve směru prováděného reaktivního pohybu (např. co nejkratší čas spojení s odrazovou plochou). Velikost reaktivní síly závisí na úrovni maximální síly, rychlé síly a elasticitě svalu (Lehnert et al., 2010).

Reaktivní síla je specifickou formou rychlé síly, kterou když chceme rozvíjet, musíme použít specifické metody a vhodné cvičení (Lehnert et al., 2010). U odrazových cvičení je pro manipulaci velikosti zatížení důležitá i výška seskoku. Doba odpočinku závisí na počtu opakování a intenzitě cvičení. Doba odpočinku trvá nejčastěji v rozmezí 2 - 4 minuty (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2017).

Výsledky ukazují, že prostřednictvím plyometrického tréninku si děti mohou zlepšit svalovou sílu, obratnost a rychlost. Nervová regulace tuhosti dolních končetin a RSI je účinnější u dospělých v porovnání s dětmi. Oba parametry charakterizující úroveň SSC se zvyšují s věkem (Lloyd, Oliver, Hughes & Williams, 2012). RSI je považována za spolehlivý nástroj pro hodnocení kvality tréninku sportovních týmů a jako diagnostický test funkčních schopností u osob s poraněním ACL (Ebben & Petushek, 2010).

3 CÍLE

3.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce bylo porovnat úroveň neuromuskulárního řízení kolenního kloubu na začátku, v průběhu a po skončení soutěžního období u fotbalistů kategorie U15.

3.2 Dílčí cíle

- Porovnat hodnoty absolutní a relativní tuhosti dolní končetiny na začátku, v průběhu a po skončení soutěžního období

- Porovnat hodnoty reaktivního silového indexu na začátku, v průběhu a po skončení soutěžního období

3.3 Výzkumná otázka

Došlo ke změnám úrovně reaktivního silového indexu v průběhu sledovaného období?

4 METODIKA

Soubor

Měření se zúčastnilo 19 fotbalistů kategorie U15 ve věku $15,2 \pm 0,6$ let, s tělesnou výškou $176,0 \pm 5,7$ cm a hmotností $64,4 \pm 8,1$ kg.

Metody

K měření tuhosti dolní končetiny v rámci testu 20 submaximálních vertikálních skoků byla použita silová plošina (PASCO, Roseville). Pro měření reaktivního silového indexu v rámci testu 5 maximálních skoků byl použit kontaktní koberec (Fitronic, Bratislava).

Průběh měření

Fotbalisté na začátku podstoupili antropometrické měření. Měřena bylo délka končetin, délka holenní kosti, výška a výška v sedu, k tomuto byl využit stadiometr A-26 a antropometr (Trystom, ČR). Pro měření hmotnosti byla použita váha Tanita UM-075 (Tanita, Japonsko). Tělesná hmotnost byla měřena na začátku každého testování.

Před testováním vertikálních skoků hráči absolvovali zahřívací cvičení. Cvičení zahrnovalo běhání po dobu 5 minut a 5 minut dynamického strečinkového cvičení, které se zaměřovalo hlavní svalové skupiny.

Tuhost dolní končetiny byla měřena během sub-maximálního bilaterálního testu poskoků při frekvenci skoku 2,5 Hz. Relativní tuhost dolní končetiny byla normalizována na délku dolní končetiny a tělesnou hmotnost. Hráči byly vyzváni, aby provedli 20 po sobě jdoucích skoků. Frekvence přeskoků byla udržována mechanickým metronomem Wittner (GmbH & Co. KG, Isny, Německo). Každý hráč absolvoval 3 série pokusů.

Index reaktivní síly byl stanoven na základě testu 5 maximálních vertikálních skoků. Test byl prováděn u každého hráče třikrát. Hráči byli instruováni, aby každý výskok provedli co možná nejvyšší a také co nejrychleji.

Zpracování dat

Tuhost dolní končetiny byla vypočtena pomocí tělesné hmotnosti, doby kontaktu a doby letu podle rovnice, kterou uvedl Dalleau et al. (2004).

$$\text{Tuhost dolní končetiny} = [m * \pi (t_f + t_c)] / t_c^2 * [(t_f + t_c / \pi) - (t_c / 4)],$$

kde m je tělesná hmotnost, t_c doba kontaktu a t_f doba letu.

Proměnná RSI byla vypočtena podle rovnice Flanagana a Comynse (2008).

$RSI = \text{výška skoku} / \text{doba kontaktu},$

příčemž výška skoku byla vypočtena podle rovnice

$\text{výška skoku} = \text{tíhové zrychlení} * \text{doba letu}^2 / 8$

Statistické zpracování dat

Statistické zpracování bylo provedeno v programu Statistica (verze 12, StatSoft, Tulsa, OK, USA). Normalita rozložení dat byla ověřena testem Kolmogorov Smirnov. Všechny proměnné měly normální rozložení. Porovnání výsledků měření bylo provedeno pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) pro opakovaná měření a následně pomocí Tukey post hoc testu. Hladina statistické významnosti byla stanovena $\alpha = 0,05$.

5 VÝSLEDKY

Základní statistické charakteristiky (průměr a směrodatná odchylka) pro parametr tuhost končetiny (Leg stiffness – LS) jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2

LS během soutěžní sezóny u fotbalistů kategorie U15

Parametr	Začátek sezóny	Střed sezóny	Konec sezóny
LS	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD
	29.08±6.0	29.35±4.2	24.98±2.8

ANOVA pro opakovaná měření neukázala významný efekt času (části sezóny) na parametr LS ($F = 2.148$; $p = 0.159$). Hladiny statistické významnosti vyplývající z post hoc analýzy jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3

Hladiny statistické významnosti při porovnání jednotlivých měření u parametru LS

Měření	Začátek sezóny	Střed sezóny	Konec sezóny
Začátek sezóny		0,533	0,138
Střed sezóny	0,533		0,607
Konec sezóny	0,138	0,607	

Základní statistické charakteristiky (průměr a směrodatná odchylka) pro parametr Relativní tuhost končetiny (Relative leg stiffness – RelLS) jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4

RelLS během soutěžní sezóny u fotbalistů kategorie U15

Parametr	Začátek sezóny	Střed sezóny	Konec sezóny
RelLS	Průměr±SD	Průměr±SD	Průměr±SD
	39.28±7.5	38.31±5.9	33.83±3.5

ANOVA pro opakovaná měření ukázala významný efekt času (části sezóny) na parametr RelLS ($F = 4.111$; $p = 0.044$). Hladiny statistické významnosti vyplývající

z post hoc analýzy jsou uvedeny v tabulce 5. Výsledky ukazují, že hodnota RelLS je významně nižší na konci sezóny ve srovnání s jejím začátkem.

Tabulka 5

Hladiny statistické významnosti při porovnání jednotlivých měření u parametru RelLS

Měření	Začátek sezóny	Střed sezóny	Konec sezóny
Začátek sezóny		0,356	0,035
Střed sezóny	0,356		0,355
Konec sezóny	0,035	0,355	

Základní statistické charakteristiky (průměr a směrodatná odchylka) pro parametr Reaktivní silový index (Reactive strength index – RSI) jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6

RSI během soutěžní sezóny u fotbalistů kategorie U15

Parametr	Začátek sezóny	Střed sezóny	Konec sezóny
RSI	Průměr±SD 1.76±0.3	Průměr±SD 1.68±0.3	Průměr±SD 1.92±0.3

ANOVA pro opakovaná měření ukázala významný efekt času (části sezóny) na parametr RSI ($F = 4.918$; $p = 0.017$). Hladiny statistické významnosti vyplývající z post hoc analýzy jsou uvedeny v tabulce 7. Výsledky ukazují, že hodnota RSI je významně vyšší na konci sezóny ve srovnání se středem sezóny.

Tabulka 7

Hladiny statistické významnosti při porovnání jednotlivých měření u parametru RSI

Měření	Začátek sezóny	Střed sezóny	Konec sezóny
Začátek sezóny		0,788	0,073
Střed sezóny	0,788		0,018
Konec sezóny	0,073	0,018	

6 DISKUZE

Možnost hodnocení vysokého rizika bezkontaktního zranění předního zkříženého vazy vede ke zlepšení prevence zranění a snížení tohoto rizika u dospívajících fotbalistů (Whittaker, Woodhouse, Nettel-Aguirre & Emery, 2015). Navíc tak zabraňuje zhoršení kvality života, ke které při poranění kolene u dospívajících sportovců dochází. Zranění mohou být zapříčiněna i ranou sportovní specializací, která nerozvíjí všestranné sportovní schopnosti (Dovalil et al., 2009).

Při poranění ACL dochází k nejdelšímu nedobrovolnému přerušení pohybové aktivity a sportovec tak ztrácí kontakt se svou konkurencí. Plyometrické cvičení dolních končetin, dynamická rovnováha a síla, strečink, koordinace, ovládání středu těla a trupu se zdají být úspěšnými tréninkovými složkami ke snížení bezkontaktních rizikových faktorů zranění ACL u fotbalistů (Alentorn-Geli et al., 2009).

Fotbal je ve skupině míčových sportů nejrizikovější sport pro bezkontaktní zranění předního zkříženého vazy. Důkazy nasvědčují tomu, že primárním mechanismem poranění ACL je nadměrné zatížení, které se řadí mezi zranění bez kontaktu. Faktory ohrožení mohou být vyšší BMI, malý úhel flexe kolene, slabé nebo oslabené kvadricepsy, hamstringy a nízká tuhost dolní končetiny (Ramírez-Campillo et al., 2015).

Ve fotbale mají muži 2 – 10 krát menší náchylnost ke zranění než ženy. Ta se odvíjí od svalové síly, které mají ženy méně (Brophy, Silvers, Gonzales & Mandelbaum, 2010). Jak uvádí Truellová (2007) u dětí byla nejvíce riziková skupina pro poranění ve věku 12 – 16 let, do které patří i naši testovaní fotbalisté. Velké riziko poranění je také úzce spjato s tím, že v tomto období děti používají velké množství nadbytečných pohybů tzv. souhybů. Navzdory tomu Dovalil et al. (2009) říkají, že děti, které měly předchozích letech pravidelnou pohybovou aktivitu, nedošlo u nich k tak velké míře zhoršení koordinace nebo se neobjevilo zhoršení vůbec.

Důvody pro zvyšování míry poranění ACL zahrnují rostoucí počet dětí a dospívajících, kteří se účastní organizovaných sportů, intenzivnímu sportovnímu tréninku v raném věku. U malých dětí je nízká míra poranění ACL a během puberty prudce vzrůstá, zejména u dívek, které mají v organizovaných sportech vyšší počet poranění bez kontaktu s ACL než chlapci (LaBella, Hennrikus, & Hewett, 2014). Z toho důvodu by fotbalisté měli zařadit do svého rozcvičení cviky zaměřené na stabilizaci kolena, které Engel-Chorus (2005) popisuje ve své knize. Sportovci si tak minimalizují svá rizika poranění a podpoří předpoklady podání lepšího sportovního výkonu. Správná

prevence by měla zahrnovat posílení hýžd'ového svalstva, hamstringů a hlubokého stabilizačního svalstva trupu.

Výsledky sezónního měření v naší studii ukázaly, že fotbalisté mají na konci sezóny výrazně nižší tuhost dolních končetin, než tomu bylo na jejím začátku, což by mohlo způsobenou vlivem únavy (De Ste Croix, Hughes, Lloyd, Oliver & Read, 2016) kumulované na konci sezóny.

U reaktivního silového indexu mají fotbalisté na konci sezóny vyšší hodnoty oproti začátku a výrazně vyšší proti středu sezóny. To lze vysvětlit jak vlivem věku, tak jako vliv tréninku.

Pro srovnání nám může sloužit studie Ramírez-Campillo et al. (2015), ve které se zabývali vlivem vertikálního, horizontálního a kombinací vertikálního a horizontálního plyometrického tréninku na výkon mladých fotbalistů ve věku 10 – 14 let. Porovnávali účinky 6 – týdenního tréninku na výbušnou sílu, vytrvalost a rovnováhu. Zjistili, že všechny tréninkové programy vedou k významným pozitivním změnám ve všech třech oblastech. Skokové tréninky způsobily zlepšení výbušnosti, přerušované vytrvalostní aktivity a rovnováhy. Nejvýhodnějším tréninkovým programem byla kombinace vertikálních a horizontálních skoků. Sprint skákání a rychlá změna směru jsou důležitými determinanty pro úspěch všech fotbalistů. Ačkoli sprint u dětí zahrnuje pouze 3 % z celkové vzdálenosti, závisí na něm nejdůležitější momenty, jako je zisk míče, skórování nebo dosažení určitého cíle v utkání. Kromě sprintování, skákání a rychlé změny směru může výbušný trénink zlepšit kopání do míče (výbušný trénink vykazuje trvale pozitivní vliv na výkon při kopání) a vytrvalost. Rovnováha může být základem pro kvalitu provedení technických pohybů.

Ve studii Lloyda, Olivera, Hughese a Williamse (2012) byly hodnoceny účinky plyometrického tréninku na index tuhosti dolních končetin a na index reaktivní síly. Byly zde 3 věkové skupiny chlapců ve věku 9, 12 a 15 let, kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin. První skupina (EXP) byla trénována speciálním plyometrickým tréninkem a druhá skupina (CON) podstupovala normální trénink. Ve skupině EXP chlapcům ve věku 12 a 15 let se významně zlepšily oba hodnocené indexy. Chlapci ve věku 9 let ve skupině EXP a všechny věkové kategorie ve skupině CON, neměly výrazné změny. Studie dospěla k závěru, že zlepšení plyometrickým tréninkovým programem je závislé na věku. Což potvrzují také Riemann a Lephart (2002), kteří říkají, že svalová síla, která roste s věkem, ovlivňuje tyto hodnoty.

Studie, které se zabývají únavou ve fotbale, potvrzují, že neúplné obnovení energetických zdrojů může vést k nedostatečnému výkonu a zranění. U profesionálních fotbalistů a s náročnějšími tréninkovými plány je zapotřebí věnovat velkou pozornost zotavovacím procesům, které zmírní únavu po utkání nebo tréninku, umožní rychlejší obnovu energetických zdrojů a sníží riziko zranění. Únava po fotbalovém zápase je ovlivněna více faktory a souvisí s dehydratací, vyčerpáním glykogenu, poškozením svalů a duševní únavou. Proces regenerace únavových mechanismů je velmi variabilní a závisí na několika nejasných faktorech, jako je velikost únavy vyvolané fotbalovým utkáním, mezi které patří i vnější a vnitřní faktory (Nédélec et al., 2012).

7 ZÁVĚR

Na začátku sezóny byly naměřené hodnoty pro tuhost dolních končetin výrazně vyšší než na jejím konci, což naznačuje možný vliv únavy na neuromuskulární koordinaci. Naopak hodnoty reaktivního silového indexu jsou významně vyšší na konci sezóny ve srovnání se středem sezóny, což lze přisuzovat vlivu tréninku a zrání. Vzhledem k tomu, že zjištěné tendence u indexu tuhosti dolních končetin a indexu reaktivní síly jsou protichůdné, je zřejmé, že indexy spolu nekorelují.

8 SOUHRN

Cílem této práce bylo zhodnotit úroveň neuromuskulárního řízení kolenního kloubu během sezóny u hráčů fotbalu ve věkové kategorii U15. Nízká úroveň neuromuskulární kontroly v kolenním kloubu představuje vyšší riziko zranění, z důvodu akutní únavy u sportovců.

Ze začátku se teoretická část práce zabývá problematikou fotbalu. Na to navazují poznatky o věkovém období testovaných hráčů a ročním tréninkovém cyklu. Další část se věnuje zatížení ve fotbale, únavou a zotavením, nejčastějším fotbalovým zraněním. Následuje anatomický přehled. Na konci teoretické části jsou popsány nástroje pro hodnocení neuromuskulární koordinace.

Měření se zúčastnilo 19 fotbalistů kategorie U15 ve věku $15,2 \pm 0,6$ let, s tělesnou výškou $176,0 \pm 5,7$ cm a hmotností $64,4 \pm 8,1$ kg.

Úroveň neuromuskulární koordinace byla zjištěna prostřednictvím dvou indexů. Prvním byl index tuhosti dolních končetin, kde bylo použito 20 submaximálních vertikálních skoků. Frekvence skoků 2,5 Hz byla udržována metronomem. Druhým byl reaktivní silový index, který byl vypočítán z 5 maximálních vertikálních skoků.

Výsledky ukázaly, že u hráčů je hodnota tuhosti dolních končetin významně nižší na konci sezóny ve srovnání s jejím začátkem. To naznačuje negativní vliv kumulované únavy. Naopak hodnota reaktivní síly byla významně vyšší na konci sezóny ve srovnání s jejím středem, což pravděpodobně souvisí s vlivem tréninku nebo růstu a zrání.

9 SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the level of neuromuscular knee joint control of football players in the U15 age group during the season. Low levels of neuromuscular control in the knee joint cause a higher risk of injury due to acute fatigue of the athletes.

At the beginning, the theoretical part of the thesis deals with the football problematics. This is followed by findings on the age of the tested players and the annual training cycle. The next part deals with the load in football, fatigue and recovery, the most common football injuries. An anatomical overview follows. At the end of the theoretical part the tools for evaluation of neuromuscular coordination are described.

19 U15 category footballers aged 15.2 ± 0.6 years, with a height of 176.0 ± 5.7 cm and a weight of 64.4 ± 8.1 kg participated in the measurements.

The level of neuromuscular coordination was found through two indices. The first was a lower limb stiffness index, where 20 submaximal vertical jumps were used. The 2.5 Hz jump frequency was maintained by a metronome. The second was a reactive force index, which was calculated from 5 maximal vertical jumps.

The results showed that the lower limb stiffness of the players is significantly lower at the end of the season compared to the beginning. This suggests a negative effect of accumulated fatigue. In contrast, the reactive force value was significantly higher at the end of the season compared to its middle, which is probably related to the effects of training or growth and maturation.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 17(7), 705-729.
- Bangsbo, J. (2007). *Aerobic and anaerobic training in Soccer: fitness training in soccer I*. Copenhagen: Institute of Exercise and Sport Sciences.
- Barbero-Álvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V., & Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 232-235.
- Bartoníček, J., & Heřt, J. (2004). *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Maxdorf.
- Bedřich, L. (2006). *Fotbal: rituální hra moderní doby*. Masarykova univerzita.
- Brophy, R., Silvers, H. J., Gonzales, T., & Mandelbaum, B. R. (2010). Gender influences: the role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *British journal of sports medicine*, 44(10), 694-697.
- Buzek, M., Altman, Z., Bunc, V., Bursová, M., Janák, V., Kocourek, J., ... & Plachý, A. (2007). *Trenér fotbalu „A“ UEFA licence*. Praha: Olympia.
- Chaudhari, A. M., Briant, P. L., Bevill, S. L., Koo, S., & Andriacchi, T. P. (2008). Knee kinematics, cartilage morphology, and osteoarthritis after ACL injury. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(2), 215-222.
- Čihák, R. (1987). *Anatomie I*. Praha: Avicenum.
- Dalleau, G., Belli, A., Viale, F., Lacour, J. R., & Bourdin, M. (2004). a simple method for field measurements of leg stiffness in hopping. *International journal of sports medicine*, 25(03), 170-176.
- Dallinga, J. M., Benjaminse, A., & Lemmink, K. A. (2012). Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports?. *Sports medicine*, 42(9), 791-815.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., & Bunc, V. (2009). *Výkon a trénink ve sportu* (3. vyd). Praha: Olympia.
- Dvorak, J., Junge, A., Graf-Baumann, T., & Peterson, L. (2004). Football is the most popular sport worldwide. *American journal of sports medicine*, 32(Suppl 1), 3S-4S.

- Ebben, W. P., & Petushek, E. J. (2010). Using the reactive strength index modified to evaluate plyometric performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 1983-1987.
- Emery, C. A., & Meeuwisse, W. H. (2010). The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*, 44(8), 555-562.
- Engel-Chorus, D. (2005). *Kolena-cvičením proti bolestem: tréninkové programy k prevenci artrózy, posilování a stabilizaci kolenních kloubů*. Pavel Dobrovský-BETA.
- Ferris, D. P., Louie, M., & Farley, C. T. (1998). Running in the real world: adjusting leg stiffness for different surfaces. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1400), 989-994.
- Fajfer, Z. (1990). *Kondiční trénink hráče fotbalu: Rozvoj pohybových schopností*. VI. nákl..
- Fajfer, Z. (2005). *Trenér fotbalu mládeže (6-15 let)*. Praha: Olympia.
- Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(5), 32-38.
- Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. (2008). Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1677-1682.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Computer press.
- Hawkins, R. D., Hulse, M. A., Wilkinson, C., Hodson, A., & Gibson, M. (2001). The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *British journal of sports medicine*, 35(1), 43-47.
- Hazir, T. (2010). Physical characteristics and somatotype of soccer players according to playing level and position. *Journal of Human Kinetics*, 26, 83-95.
- Hemza, J., & Hanzlová, J. (2004). *Základy anatomie pohybového ústrojí*. V Brně: Masarykova univerzita.
- Hills, A. P., Andersen, L. B., & Byrne, N. M. (2011). Physical activity and obesity in children. *British journal of sports medicine*, 45(11), 866-870.
- Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2010). *Úvod do sportovního tréninku*. Prostějov: Sport a věda.

- Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of athletic training*, 42(2), 311.
- Hughes, G., & Watkins, J. (2006). a risk-factor model for anterior cruciate ligament injury. *Sports medicine*, 36(5), 411-428.
- Iaia, F. M., Ermanno, R., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International journal of sports physiology and performance*, 4(3), 291-306.
- Jebavý, R., Hojka, V., & Kaplan, A. (2014). *Rozcvičení ve sportu*. Praha: Grada.
- Jebavý, R., Hojka, V., & Kaplan, A. (2017). *Kondiční trénink ve sportovních hrách: na příkladu fotbalu, ledního hokeje a basketbalu*. Praha: Grada Publishing.
- Kirkendall, D. T. (2013). *Fotbalový trénink*. Grada Publishing as.
- Kureš, J., Hora, J., Jachimstál, B., Nitsche, J., Skočovský, M., & Zahradníček, J. (2016). Pravidla fotbalu: platná od 1. 7. 2016.
- LaBella, C. R., Hennrikus, W., & Hewett, T. E. (2014). Anterior cruciate ligament injuries: diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics*, 133(5), e1437-e1450.
- Lehnert, M. (2014). *Sportovní trénink I [Učební texty]*. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F., & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., & Williams, C. A. (2012). The effects of 4-weeks of plyometric training on reactive strength index and leg stiffness in male youths. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2812-2819.
- Marangoz, I., & Bastürk, D. (2018). The Relationship among Somatotype Structures, Leg Volume, Leg Mass, Anaerobic Strength and Flexibility of Elite Male Athletes in Different Branches. *Journal of Education and Training Studies*, 6(7), 130-137.
- Martinková, J. (2009). *Poranění kloubů a svalů: diagnostika a léčba, rady pacientům*. Praha: Mladá fronta.
- Martinková, J. (2013). *Sportovní úrazy a přetížení pohybového aparátu sportem: praktický průvodce pro zdravotníky i laiky*. Praha: Mladá fronta.
- Mazzantini, M., & Bombardieri, S. (2013). *Full season academy training program U13-15: 48 sessions (245 practices) from Italian Series "A" Coaches*. London: SoccerTutor.com.

- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in soccer. *Sports medicine*, 42(12), 997-1015.
- Oliver, J. L., & Smith, P. M. (2010). Neural control of leg stiffness during hopping in boys and men. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(5), 973-979.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing.
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2008). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C., ... & Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1784-1795.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of athletic training*, 37(1), 80.
- Stevens, G. A., Singh, G. M., Lu, Y., Danaei, G., Lin, J. K., Finucane, M. M., ... & Paciorek, C. J. (2012). National, regional, and global trends in adult overweight and obesity prevalences. *Population health metrics*, 10(1), 22.
- Struzik, A., & Zawadzki, J. (2016). Application of force-length curve for determination of leg stiffness during a vertical jump. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 18(2).
- Stubbe, J. H., van Beijsterveldt, A. M. M., van der Knaap, S., Stege, J., Verhagen, E. A., Van Mechelen, W., & Backx, F. J. (2015). Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. *Journal of athletic training*, 50(2), 211-216.
- Tichý, M. (2008). *Dysfunkce kloubu*. Praha: Miroslav Tichý.
- Trnavský, K., & Rybka, V. (2006). *Syndrom bolestivého kolena*. Praha: Galén.
- Truellová, I. (2007). Situace v oblasti dětských úrazů v České republice. *PREVENCE*.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports medicine*, 14(2), 82-99.
- Volpi, P., & Taioli, E. (2012). The health profile of professional soccer players: future opportunities for injury prevention. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3473-3479.
- Whittaker, J. L., Woodhouse, L. J., Nettel-Aguirre, A., & Emery, C. A. (2015). Outcomes associated with early post-traumatic osteoarthritis and other negative health

consequences 3–10 years following knee joint injury in youth sport. *Osteoarthritis and cartilage*, 23(7), 1122-1129.

Wikstrom, E. A., Tillman, M. D., Chmielewski, T. L., & Borsa, P. A. (2006). Measurement and evaluation of dynamic joint stability of the knee and ankle after injury. *Sports Medicine*, 36(5), 393-410.

Wong, P., & Hong, Y. (2005). Soccer injury in the lower extremities. *British journal of sports medicine*, 39(8), 473-482.