



UNIVERZITA KARLOVA
V PRAZE
Fakulta tělesné výchovy a sportu



Diplomová práce

Biomechanické odezvy stojné nohy v průběhu kopu do míče

Vedoucí diplomové práce:
Ing. František Zahálka, Ph.D.

Zpracoval:
Milan Hanuš

Praha 2010

Abstrakt

Název: Biomechanické odezvy stojné nohy při kopu do míče

Cíl práce: Cílem studie bylo vymezit a popsat klíčové fáze pohybu hráče fotbalu a sledovat intraindividuální stabilitu řešení pohybového úkolu dopadu stojné nohy při kopu do míče. Pro evaluaci pohybu těla byla použita 3D kinematická analýza, pro snímání silových projevů stojné nohy během kopu byla použita silová deska KISTLER.

Metoda: Sledovaná skupina hráčů se skládala z 12 hráčů ve věku 16 - 19 let extraligové a ligové dorostenecké úrovně, klubu SK Slavia Praha - fotbal. Hráči byli měřeni v laboratoři sportovní motoriky FTVS UK a uskutečnili zde 7-10 maximálních kopů přímým nártem a 5 vnitřní stranou. Tímto způsobem bylo změřeno všech 12 testovaných hráčů. Sledovala se rychlost míče a časové a silové působení stojné nohy na podložku.

Výsledky: Výsledky podávají informace o kinematice pohybu při kopu do míče, působení stojné nohy na podložku a jeho vlivu na rychlost míče.

Klíčová slova: fotbal, kopaná, biomechanika, kinematika, technika, kop

Abstract

Title: Analysis of the soccer player movement during a soccer kick

Objectives: The aim of study was determine (find) and describe main phases of soccer player's movement and observe intraindividual stability of kinematic solution of kick. 3D kinematic analysis body was used for evaluation of movement and force plate Kistler was used for scan forces of support foot.

Method: Twelve junior extraleague and league soccer players, aged 16-19, from SK Slavia Praha - football were monitored. Players were tested in laboratory of sport movement FTVS UK. Players realized 7-10 instep kicks and 5 in-side kicks. All twelve players were tested by this way. Time, speed of ball and forces of support foot was observed.

Results: The results provides information's about kinematic movement during the kick, impact of support foot and effect on ball speed.

Key Words: soccer, football, biomechanics, kinematics, technique, kick

Touto cestou bych chtěl poděkovat Ing. Františku Zahálkovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce. Dále bych rád poděkoval za pomoc celému kolektivu laboratoře sportovní motoriky a klubu SK Slavia Praha. Samozřejmě mé poděkování patří mé rodině za umožnění studií a také přátelům za trpělivost a podporu. Bez spolupráce výše uvedených by realizace této práce nebyla možná.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a použil jsem pouze literaturu uvedenou v seznamu bibliografických zdrojů.

Milan Hanuš

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

<i>Jméno a příjmení</i>	<u>Číslo OP</u>	<u>Datum vypůjčení</u>	<u>Poznámka</u>

Obsah

1. Úvod	8
1.1. Zdůvodnění volby tématu	8
1.2. Zaměření práce	8
1.3. Charakteristika diplomové práce	8
2. Teoretická část	9
2.1. Teoretická východiska	9
2.2. Biomechanické zabezpečení herního výkonu	9
2.3. Biomechanické principy efektivního pohybu	11
2.4. Sportovní biomechanika	11
2.5. Princip sumace a kontinuity kloubních sil	12
2.5.1. Princip impulsu	13
2.5.2. Princip směru aplikace síly	13
2.5.3. Princip sumace rychlostí segmentů těla	13
2.6. Co je to technika, způsob provedení herní činnosti	13
2.7. Znaky efektivní techniky hráče	15
2.8. Kop	15
2.8.1. Kop – přihrávka či střela?	18
2.8.2. Přihrávka	18
2.8.3. Střela	18
2.8.4. Kop můžeme dělit na základě následujících kritérií	19
2.8.5. Charakteristika kopů podle způsobu provedení	20
2.8.5.1. Kop vnitřní stranou nohy	20
2.8.5.2. Kop přímým nártem	22
2.9. Základní pojmy	24
2.9.1. Vlastnosti testů	24
2.9.1.1. Validita	24
2.9.1.2. Spolehlivost a objektivita	24
2.9.2. Výsledky testů	25
2.9.3. Provedení testů	25
2.9.4. Příklad testování technických dovedností ve fotbale	26
2.10. Rešerše literatury	27
2.10.1. Porovnání kopu vnitřní stranou a přímým nártem z pohledu 3D analýzy	27
2.10.2. Kinematika kopu přímým nártem	28

2.10.3.	Kop je charakterizován segmenty a kloubními rotacemi	28
2.10.4.	Mechanismy při kontaktu nohy s míčem	28
2.10.5.	Rychlost míče	29
2.10.6.	Závislost úhlu náběhu a délky kopu	29
3.	Metodologická část	
3.1.	Cíl práce	30
3.2.	Úkoly práce	30
3.3.	Hypotézy	30
3.4.	Charakter sledovaného souboru	30
3.5.	Organizace výzkumu	32
3.6.	Časový průběh testování	32
3.7.	Metody získání výzkumných údajů	32
3.8.	Metody vyhodnocení výzkumných údajů	35
4.	Výzkumná část	39
4.1.	Kop přímým nártem	39
4.1.1.	Grafy	41
4.2.	Kop vnitřní stranou	44
4.2.1.	Grafy	46
4.3.	Kop přímým nártem – rychlost	48
4.4.	Kop vnitřní stranou – rychlost	49
4.5.	Kop přímým nártem – délka kroku před kopem	50
4.6.	Kop vnitřní stranou – délka kroku před kopem	51
5.	Výsledková část	52
5.1.	Popisy Probandů	52
6.	Diskuse	81
7.	Závěr	83
8.	Seznam použité literatury	84

1. Úvod

1.1. Zdůvodnění volby tématu

V rámci výuky jsme měli možnost zavítat na pracoviště „Laboratoře sportovní motoriky“, kde nám byly představeny možnosti testování a diagnostiky sportovců. Jelikož již od druhého ročníku vysoké školy působím jako trenér a v současné době jsem jako asistent trenéra u A dorostu Slavie Praha, napadlo mne zjistit co se děje v rámci kopu jak s nohou švihovou, tak především s nohou stojnou.

1.2. Zaměření diplomové práce

Cílem této diplomové práce je zjištění, zda stojná noha při kopu do míče je důležitým aspektem k vykonání maximálního kopu, nebo zda stojná noha nehraje hlavní roli v rychlosti kopu.

Tato práce je tedy zaměřena na sledování a rozbor jedné z nejdůležitějších herních činností jednotlivce, která má zásadní význam pro celkový výsledek hry a považujeme ji za hlavní smysl celé sportovní hry zvané fotbal. Kop jako takový tvoří až závěrečnou fázi celé útočné fáze hry, ale společně s dalšími prvky se podílí na charakteru a utváření celkového obrazu této hry.

Pro sledování jsme zvolili především hráče A dorostu Slavie Praha. Studie se zúčastnilo 12 subjektů. Věkové rozmezí testovaných osob se pohybovalo od 16 do 19 let a průměrný věk byl 18,5 let. Z 12 testovaných byly dva leváci a zbytek praváci. Zúčastnili se čtyři brankaři, tři krajní záložníci, dva střední záložníci, dva útočníci a jeden obránce. Bližší informace o testovaných osobách jsou shrnuty ve výsledcích.

1.3. Charakteristika diplomové práce

Tato diplomová práce je experimentální studií, jejíž výsledky jsou podloženy vyhodnocenými daty, která byla získána při měření výzkumné skupiny dobrovolníků.

2. Teoretická část

2.1. Teoretická východiska

Pohyb lidského těla a jeho částí nastává pouze v případě, kdy jednotlivé svaly a případně celý svalový systém vyvine určitou sílu. Takto vyvolané síly se nazývají vnitřní síly a jejich příčiny se z pohledu zkoumání považují za dané bez ohledu na podmínky jejich vzniku. Spolu s vnitřními silami lze hovořit o silách vnějších, mezi které patří gravitace, odpor vnějšího prostředí, tření apod.

Biomechanika se podle povahy, směru a metody práce dělí na biomechaniku vnitřní, vnější, všeobecnou a aplikovanou. Vnitřní biomechanika vychází z oblasti fyziologie a biologie a zabývá se svalovými silami uvnitř těla. Na vnitřní biomechaniku navazuje biomechanika vnější, která vychází především z pohledu fyzikálního.

Všeobecná biomechanika je dále dělena na tři základní části: kinematiku, biodynamiku a biostatiku. Kinematika sleduje polohu a pohyb těla bez ohledu na příčiny vzniku tohoto stavu. Biodynamika dává do vztahu příčiny a důsledky mezi polohou a pohybem těla a mezi silami, které tento stav způsobily. Za tento stav se dá považovat porušení rovnováhy mezi vnitřními a vnějšími silami. Biostatika se oproti tomu zabývá podmínkami, kdy jsou vnitřní a vnější síly v rovnováze a stav těla a jeho segmentů lze považovat za klidový. Aplikovaná biomechanika se zabývá speciálními aplikacemi.

Pohyb těla je způsoben zapojováním jednotlivých svalů a svalových skupin, které dávají tento složitý mechanismus do pohybu, a jak vyplývá z názvu, bude následující popis posuzován pouze z hlediska kinematiky, tedy vnějšího projevu těla, jeho částí a segmentů, bez příčiny na vznik a působení vnitřních sil. (Zahálka in Buzek a kol., 2007)

2.2. Biomechanické zabezpečení herního výkonu

Biomechanika (jako nauka o mechanických zákonech pohybu živého organismu), která se zajímá o mechanické vlastnosti hybného systému a analyzuje některé souvislosti mezi příčinami pohybu a vnějším pohybovým výstupem, je používána i pro vysvětlování koncepce herního výkonu. Objasňuje nám některé mechanismy herní motoriky, podíl nervosvalového aparátu na realizaci herních dovedností, ozřejmuje pohledy na techniku pohybových činností i na příčiny neefektivní

techniky, kde hodnocení trenérů je většinou postaveno na subjektivních zkušenostech.

K základním funkčním jednotkám hybného systému patří sval, funkční skupiny svalů. Hlavní funkcí svalu je vyvíjet mechanickou energii, která je nutná k pohybu vlastního těla nebo jeho částí, nebo vykonávat tlak proti určitému objektu (soupeř, míč, terén). Výsledný pohyb, regulovaný specifickým řízením nervosvalového aparátu, je výsledkem jemné interakce četných svalových skupin (nitrosvalové a mezisvalové koordinace) a různého využití vynaložených sil. Senzomotorický mechanismus usměřňuje jak koordinační, tak silový, rychlostní i balanční potenciál. Tato interagující svalová součinnost (synergie), závislá na kondičních i koordinačních aspektech, vytváří a zpřesňuje herní dovednosti - zabezpečuje jejich kvalitu (např. do technického provedení, vhodně integrovaná svalová síla podporuje zrychlení dynamičnost herních činností i pohybových úkonů /krátký švih/, nebo rychlé nohy hráče ovlivňuje nejen svalová koordinace, ale i složka svalové síly).

Hráč pomocí tohoto senzomotorického potenciálu provádí různorodou lokomoci po hřišti i variabilní manipulaci s míčem, udržuje stabilitu - prostě ovládá a kontroluje svoje tělo při herním výkonu. V základu všech těchto pohybových aktivit a herních dovedností (cílené pohybové činnosti) je i tzv. opěrná motorika (mobilizační, podpůrná - zpevněné pružné tělo hráče s cílenou tonizací svalstva), která odpovídá za kinematický soulad, za stav dynamické rovnováhy, za pohybovou a dovednostní plynulost i stabilitu hráče.

Vzájemné působení cílené a podpůrné svalové činnosti vytváří (profiluje) kvalitu herních dovedností (Bukač, 2006).

Výše uvedené základní kategorie, vymezující spektrum pohybové aktivity hráče (stabilita, lokomoce, manipulace s míčem), jsou využívány v nových, stále se proměňujících a zpřesňujících pohybových kombinacích a tvoří základ rozmanité herní motoriky.

Stabilita - schopnost udržet rovnováhu vzhledem k zemské přitažlivosti a to i tehdy, kdy části těla nebo celé tělo mohou být v neobvyklých polohách. Jde o neustálý "boj s gravitací". Dosažený efekt stability, v různých pohybových aktivitách, optimalizuje příslušnou herní dovednost. Pro fotbalový výkon je důležitá dynamická rovnováha, která udržuje tělesnou stabilitu při prudkých změnách pohybu hráče i dynamických herních činnostech.

Lokomoce - schopnost pohybových změn odlišnou pohybovou strukturou (agility), různou rychlostí, v neustálém spojení se stabilitou hráče vůči podložce.

Manipulace - schopnost udělovat sílu různým předmětům (kopy a údery hlavou do míče) a sílu absorbovat (pohlcovat) z předmětů (zpracování míče, chytání). Většina manipulačních pohybů (kopy, souboje) obsahuje prvky stability a lokomoce.

O pohybech, realizujících herní činnosti jednotlivce můžeme tedy říci, že jsou produktem celého hybného systému fungujícího podle principu koordinace. Herní požadavky nastavují nervosvalový mechanismus v režimech vnitrosvalové a mezisvalové koordinace. Specificky nastavený sled vnitro a mezisvalové koordinace vytváří techniku dovedností (vnější projev senzomotoriky), která je vykonávána automaticky nebo kontrolovaně. Je to princip, podle něhož se z určitého počtu svalů aktivuje, při stejném pohybovém úkonu, vždy stejná kombinace svalů ve stejném konstantním sledu. V tomto smyslu se hovoří o dynamickém stereotypu (pohybovém návyku), který se považuje za dočasně neměnnou soustavu podmíněných a nepodmíněných reflexů, vznikající na základě stereotypně se opakujících podnětů. I přes vypracované dynamické stereotypy musí docházet v nervosvalovém systému k variacím, neboť variabilita herně-pohybových struktur prováděných v proměnlivých podmínkách je značná.

Plná automatizace těchto činností není žádoucí a je zapotřebí, aby se, v rámci stabilizace herně-pohybových struktur, v plné míře uplatnila i maximální šíře jejich variability. Tyto variace nemusí vyplývat jen z proměnlivosti herních situací, ale mohou být i osobitým technickým projevem (v rámci herního stylu hráče) nebo často příčinou chyb a neefektivního pohybového výkonu. (Zahálka in Buzek a kol., 2007).

2.3. Biomechanické principy efektivního pohybu (Dobry, 1996)

Pro jednodušší pochopení mechanismů pohybových činností vymezujeme několik principů, které převážně platí pro každou herní činnost jednotlivce.

2.4. Sportovní biomechanika

Sportovní biomechanika nabízí několik metod, které analyzují velmi rychlé pohybové akce v různých sportech a zachycují (rozebírají) tento pohyb do detailu. Existuje proto spousta důvodů ke zkoumání těchto pohybů. Některé analýzy pomáhají pochopit mechanické efekty pohybu, další detailně popisují dovednosti, jiné mají zásadní vliv na úspěšnost provedení. Sportovní biomechanika je používána ve všech sportech a zvláště ve fotbale. Její definice pomáhají porozumět dovednostem. S nimi můžeme pomoci trenérským procesům a také učit a zlepšovat dovednosti. (Lees and Nolan, 1998)

2.5. Princip sumace a kontinuity kloubních sil (načasování)

Při rozvíjení a kultivaci herních dovedností je důležité získat způsobilost sumovat (načítat) síly vyvíjené různými svalovými skupinami na různých kloubech. Např. při kopu do míče je množství síly, které působí na míč, závislé na množství svalové síly vyvíjené celou dolní končetinou, včetně působení sil vytvářející stabilitu pro provedení. Dojde-li k špatnému načasování, ke ztrátě sumace jednotlivých sil, nebude se dolní končetina pohybovat optimální rychlostí, plynule a v optimálním rytmu (např. pro přesnou střelbu s vysokou rychlostí míče je kromě postavení stojné nohy k míči a způsobu doteku míče kopající nohou, podstatný časový průběh rychlosti bodů kloubních os střelící končetiny). Jde o načasování sumace sil vycházející z kyčelního kloubu přes kolenní a hlezenní kloub až k činnosti vlastní nohy.

Jen biomechanickým stanovením, měřením příslušnými metodami, se dá přesně kvantifikovat velikost a směr sil, zjistit zda síly v kloubech jsou aktuálně optimální, kde vznikají problémy s technikou pohybu.

Například pomocí kinematické metody byly zjišťovány rozdílnosti, které způsobují různou rychlost míče při střelbě na branku u profesionálních fotbalistů. Byla analyzována nejprudší střelba při rychlosti 139 km/h a nejslabší dosahující 102 km/h. Při tomto nejslabším pokusu byly kyčelní a kolenní klouby stojné nohy relativně silně pokrčeny. U střelecké nohy bylo zjištěno malé pokrčení v kolenním kloubu při nápřahu a nedostatečné natažení v kolenním kloubu při vlastním kopu. Důsledkem byla krátká dráha zrychlení nohy a nedostatečné odbrzdění rychlosti kolena před dotykem míče. U trupu byl právě při nejslabším pokusu naměřen silný předklon při zahajování kopu. Tento předklon sice odpovídá obvyklému pojetí techniky střelby na branku, je však celkově nepříznivý, neboť zkracuje volné prošvihnutí kopající nohy.

Trenér se může naučit určitému odhadu, musí ale vědět, které segmenty těla pozorovat, která kritická místa, uzlové body pohybové struktury jsou pro cílený pohyb rozhodující.

Principem sumace a kontinuity kloubních sil rozumíme načasování akcí všech kloubů. Například při hře hlavou na zemi jde, při udržení rovnováhy, o plynulý tok pohybu od dolních končetin přes trup až k pohybu hlavy směrem k míči. Porušení tohoto principu vede nejen k neadekvátní síle, nýbrž i k nepřesnému "citu" pro míč. Velikost výstupní síly (kvalita provedení) je určena způsobilostí hráče vyrovnat se s principy sumace a kontinuity kloubních sil (koordinace). (Zahálka in Buzek a kol., 2007)

2.5.1.Princip impulsu

Jde o kombinaci síly a času, aby hráč mohl dosáhnout optimální efektivity (optimální dynamický pohybový vzorec). Především jde o odhad dostatečně dlouhé doby pro aplikaci síly (působnost) a její načasování (např. při střílené či měkké přihrávce, při startovní rychlosti a akceleraci hráče). Porušování principu impulsu může způsobovat jednak chyby ve výkonu i změny v dynamice činnosti.

2.5.2.Princip směru aplikace síly

Směr síly ze svalových efektorů na míč je rozhodující. Dobrá technika vyžaduje, aby se postupovalo podle principu směru působení síly. Přesnost vedených pohybů (např. při střelbě nebo přihrávce z "voleje") umožňuje opěrná motorika - kontrola držení těla s udržováním dynamické rovnováhy v nestabilních polohách.

2.5.3.Princip sumace rychlostí segmentů těla

Rychlost pohybu konečného segmentu (nohy, hlavy, trupu) je výslednicí součtu individuálních rychlostí všech předchozích zúčastněných segmentů a jejich odpovídající načasování (např. při vzdušném souboji jde o načasování odrazu, záklonu trupu pro nastartování určité rychlosti těla s doprovodným pohybem hlavy při úderů do míče).

Výše uvedené biomechanické principy, v aplikované podobě, mohou sloužit i jako hodnotící kritéria pozorovatelného technického provedení herních dovedností, které patří k základním předpokladům herního výkonu hráče. Podle některých výzkumných šetření, úroveň techniky tvoří základ celkové výkonnosti hráče a podmiňuje herní výkon z více než 50 %. (Zahálka in Buzek a kol., 2007)

2.6.Co je to technika, způsob provedení herní činnosti

Technika, jako vnější projev senzomotoriky, je účelný způsob řešení herního úkolu, realizovaný na základě předpokladů hráče, v souladu s jeho možnostmi, biomechanickými zákonitostmi i platnými pravidly. V technice se musí projevit účelnost a ekonomičnost.

Účelnost posuzujeme úspěšností, tj. porovnáním plánovaného záměru s konečným výsledkem a ekonomičností mírou energetické hospodárnosti provedení. Není-li technika provedení herních činností dokonale účelná a ekonomická, nelze předpokládat, že bude schopna proměnit výkonnostní kapacitu hráče v maximální herní výkon.

V technice se projevují i všechny individuální vlastnosti hráče (somatotyp, nervový typ, osobnost), které vytvářejí příslušný styl pro každého hráče. Herní styl je účelné a ekonomické provedení techniky, přizpůsobené zvláštnostem jedince.

Techniku tedy nelze posuzovat jako univerzálně platný ideální model pro všechny hráče. Přesto existují obecné didaktické principy, které vymezují určité závislosti, a ty musíme v praktické činnosti respektovat. Pomáhají nám zpřesňovat tréninkové postupy při osvojování techniky herních činností. Především musíme respektovat fázovou strukturu, časoprostorový průběh herního pohybu. V acyklických pohybech, které jsou pro fotbal typické, rozeznáváme přípravnou fázi (vytvářejí se předpoklady pro provedení hlavní fáze - např. nápřah kopající nohy), hlavní fázi (provedení úkolu - švih a kop do míče), závěrečnou fázi (doprovodný pohyb do nejkrajnější polohy a přechod do relativně klidového stavu).

Časoprostorový průběh - fázové členění má svoji kontinuitu, dynamiku, vyjádřenou odpovídajícím herně-pohybovým rytmem. Správně aplikovaný senzomotorický mechanismus utváří konzistenci (odolnost, pevnost) techniky.

Pozn.: V některých případech, z taktických důvodů, potlačujeme nebo zkresluje průběh přípravné fáze vložением klamné činnosti.

V praktické podobě se s těmito charakteristikami setkáváme při vymezování kritických (uzlových) bodů, které jsou důležité pro správné provedení i osvojování herních činností.

Rozvoj a kultivace herního výkonu závisí na nastavení senzomotorického systému a na poznání a pochopení, jak jednotlivé mechanismy v tréninkovém procesu ovlivňovat.

Přehled položek, podle kterých můžeme pozorovat a hodnotit pohybovou stránku

- techniku - herních činností jednotlivce:

- **Stabilita** - dynamická rovnováha
- **Velikost síly** - působení svalové síly v optimálním množství
- **Směr působení** - aplikace svalové síly v žádaném směru
- **Dynamika působení** - odpovídající doba trvání aplikace svalové síly
- **Kontinuita** - načasování pohybů segmentů těla ("tajmink")
- **Princip impulsu** - volba velikosti svalové síly a doba jejího trvání
- **Rytmizace** - uspořádaná sumace rychlostí segmentů těla
- **Směr působení** - na předmět (přímé, bočné s falší atd.), se změnou směru
- **Absorpce** - zpevnění, uvolnění působení vnějších sil (tlumení, chytání míče, tělesné souboje, krytí míče apod.).

2.7. Znamky efektivní techniky hráče (senzomotorické aspekty)

1. Dobrá svalová koordinace - segmentální soulad v kinematické spřaženosti, svaly mají vhodný režim aktivity (agonisté vers. antagonisté), včetně zotavovacího režimu.
2. Rytmizace fázového členění pohybu (přípravná, hlavní, závěrečná) a citlivá modifikace tohoto rytmu.
3. Dynamická rovnováha.
4. Schopnost upravovat pohyb v detailech.
5. Optimální silový potenciál jednotlivých segmentů těla a načítání silových účinků.
6. Přizpůsobivost - vzhledem k somatickým a funkčním předpokladům.

(Zahálka in Buzek a kol., 2007)

2.8. Kop

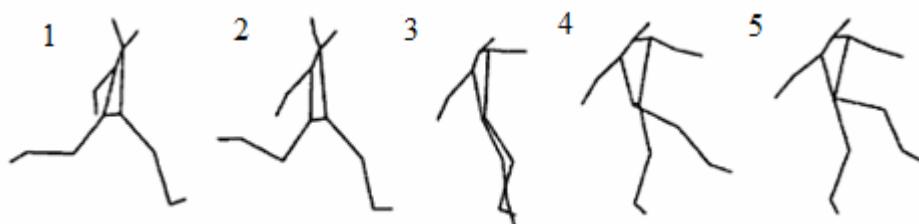
Fotbal je jeden z nejpůvodnějších týmových sportů na celém světě. Fotbalový kop je hlavní útočnou akcí během hry a tým s více kopy na cíl má větší šanci skórovat a vyhrát zápas. Z tohoto důvodu je zdokonalení techniky kopu přímým nártem jeden z nejdůležitějších cílů v tréninku mladých hráčů. (Weineck, 1997)

Podle Kollatha (Kollath 2006) kop patří mezi činnosti, které se praxí stále více automatizují. Intenzivním tréninkem lze zvýšit jak tvrdost kopu, tak přesnost. Ale i když nácvik kopů probíhá u všech hráčů stejnou intenzitou, nacházíme v každém družstvu jen několik „specialistů“ s tvrdou střelou.

Kop je bezpochyby nejvíce rozebíranou dovedností ve fotbale. Je zde spousta variant rozboru této dovednosti, jako například směr kopu, rychlost a vzdálenost míče, stojící míč či míč v pohybu apod.

Kop je charakterizován dopadem stojné nohy kousek vedle a mírně za stojícím míčem. Kopající noha nejprve směřuje směrem vzad a je pokrčena v kolenní. Pohyb vpřed je zahájen rotací kolem boků stojné nohy a dostává stehno kopající nohy vřed. Noha je stále pokrčena v kolenní. Od této polohy stehno zpomaluje, dokud noha nedosáhne kontaktu s míčem. Během zpomalování je bérce od kolena výrazně propínán do téměř maximální polohy. Noha dále pokračuje i po kontaktu s míčem a začíná se úplně propínat až do dokončení pohybu. Chodidlo během dokončení pohybu často dosahuje úrovně boků. Definice kopu, jako základní dovednosti, je dělena do čtyř fází. První je odtahování během zášvihů. Druhá je rotace stehna a bérce při pohybu vpřed, kdy nastává výsledná rotace kyčle a flexe ve stehně. Třetí je, když stehno zpomaluje a koresponduje se zrychlením bérce až do kontaktu s míčem. Čtvrtá fáze je dokončení pohybu (Lees and Nolan, 1998).

Obrázek 1 Fáze pohybu

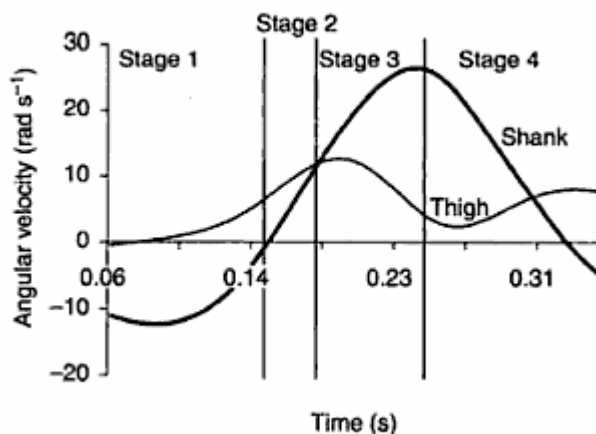


Dvě střední fáze jsou nejdůležitějším bodem zájmu pro výkon. Vztah mezi stehnem a bérce může být viděn na obrázku 2, který ukazuje její úhlovou rychlost během pohybu. Na grafu je každá fáze vyznačena. Na druhé fázi můžeme vidět, že jak stehno, tak bérce rostou v úhlové rychlosti. Síla pro tento pohyb vychází ze síly svalů kolem kyčle a stehna. Ve třetí fázi těsně před nárazem, zde roste úhlová rychlost bérce a ve stejném čase se snižuje úhlová rychlost stehna. To se zdá být jako vzájemné ovlivňování mezi dvěma segmenty. Vysoká úhlová rychlost bérce má za následek vysokou rychlost chodidla a to je důležitou součástí kvalitního kopu do míče. Ukazuje to, že základ síly pro rychlý kop je tvořen již v počátcích pohybu. Kolem 50% úhlové rychlosti bérce je tvořeno během fáze 2 a zbylých 50% je tvořeno během třetí fáze. Energie stehna je tvořena v první a druhé fázi (Lees and Nolan, 1998).

Očekávaný je vztah mezi silou svalstva a provedením kopu, a to tak, že svaly jsou přímo odpovědné za vzrůstající rychlost nohy. Vzájemné vztahy byly popsány v několika studiích, jako například Cabri (1988) našel, že existuje velká souvislost u funkce svalů mezi flexory kolena a silou extensorů měřených na isokinetickém dynamometru v závislosti na vzdálenosti kopu.

Další studie popisují vzájemný vztah mezi silou svalů a kvalitou kopu, i přesto jsou zde další faktory, které ovlivňují úspěšnost kopu. Tyto faktory mohou být považovány, jako vztah mezi nohou a rychlostí míče před a po kontaktu (Lees and Nolan, 1998).

Obrázek 2 Úhlová rychlost stehna a bérce



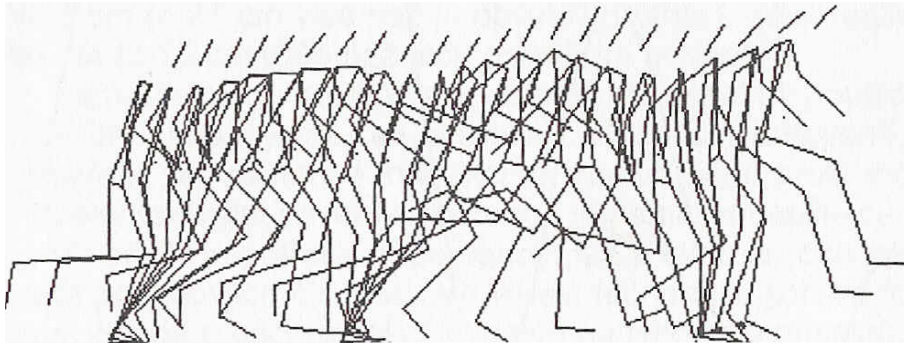
Shank – bérce, Thigh – Stehno, Angular velocity – úhlová rychlost, time – čas, stage 1-4 – fáze 1-4

(Lees and Nolan, 1998)

Zahálka in Buzek a kol. (2007) uvádí, že efektivní provedení této činnosti, je podmíněno svalovou dispozicí pro vyvinutí maximální acyklické rychlosti švihů dolní končetiny a svalovou dispozicí sloužící k účelnému zpevnění nártu při vlastním kontaktu s míčem. Celý pohybový cyklus dělí také na několik fází:

- *Rozběh*: fotbalista získává potřebnou kinetickou energii.
- *Formování polohy těla*: trup se otáčí v protipohybu dolních končetin, dochází k rotačnímu pohybu přes páteř, který je charakteristický pro všechny izolované švihové pohyby končetin.
- *Formování kopající dolní končetiny*: ta provádí maximální nápřah a v době oporové fáze druhé končetiny je zahájena fáze švihů, která je zakončena kontaktem nohy s míčem.
- *Kontakt s míčem*: jediný okamžik, kdy noha uděluje míči energii, je v okamžiku kontaktu s míčem. Po vystřelení noha dokončuje pohyb vlivem setrvačných sil.

Obrázek 3 Kinogram kopy přímým nártem



(Zahálka in Buzek a kol., 2007)

2.8.1. Kop – přihrávka či střela?

Cílem kopu je usměrnění míče nohou buďto na branku (**střela**) nebo spoluhráči tak, aby jej mohl co nejlépe zpracovat (**přihrávka**). Správné nakopnutí míče je základem přihrávky i střely, které se od sebe liší hlavně účelem, ne až tak technikou provedení. (Harvey, 2000)

2.8.2. Přihrávka

Přesto, že přihrávání vyplývá z koordinace hráče přihrávajícího a hráče, kterému je míč směřován, je patrné, že za úspěšnou přihrávku zodpovídá především hráč přihrávající, který musí rozhodovat o časové vhodnosti přihrávky i způsobu provedení z hlediska dané herní situace. Přihrávání je základem spolupráce dvou a více hráčů. Umění přihrávat vyplývá v podstatě ze dvou částí, ze zpracování přihranného míče a z promyšleného kopu. Rozhodující aspekty, které ovlivňují použití určitého druhu přihrávky, jsou základní útočné systémy, herní situace, které jsou převážně určovány postavením a činností spoluhráče, kterému je přihráváno, dále činností soupeřových hráčů i spoluhráčů. (Lančí, 1986)

2.8.3. Střela

Střela je vyvrcholením útočné činnosti hráče. Většinou bývá prováděna nohou, ačkoliv stejně jako přihrávka může být uskutečněna i jinou částí těla, kromě rukou. Slouží k překonání brankaře a ke vstřelení branky. Úspěšnost střely záleží na řadě faktorů, vyplývajících ze střelecké dovednosti hráče a z podmínek, které určují konkrétní herní situaci. (Harvey, 2000)

2.8.4. Kop můžeme dělit na základě následujících kritérií:

Podle způsobu provedení na:

- vnitřní stranou nohy tzv. "placírkou"
- vnitřním nártem
- přímým nártem
- vnějším nártem tzv. "šajtlí"
- patou
- špičkou tzv. "bodlem"
- vnější stranou nohy

Podle vzdálenosti letu míče na:

- krátkou vzdálenost (cca do 10 m)
- střední vzdálenost (cca 10-30 m)
- dlouhou vzdálenost (cca nad 30 m)

Podle výšky letu míče na:

- po zemi
- polovysoké (cca do výše postavy hráče)
- vysoké (cca vyšší než hráč)

Podle směru letu míče na:

- kolmé vpřed
- šikmé vzad
- do strany
- šikmé vzad
- vzad

Podle rychlosti letu míče na:

- pomalé
- střední
- rychlé

Podle rotace míče na:

- bez rotace (přímé)
- s rotací

Podle předcházející činnosti na:

- z místa (nehybný míč)
- po zpracování míče
- po vedení míče
- po obejití soupeře
- prvním dotykem - po zemi

- ze vzduchu, tzv. "volej"
- těsně po odrazu míče tzv. "halfvolej"

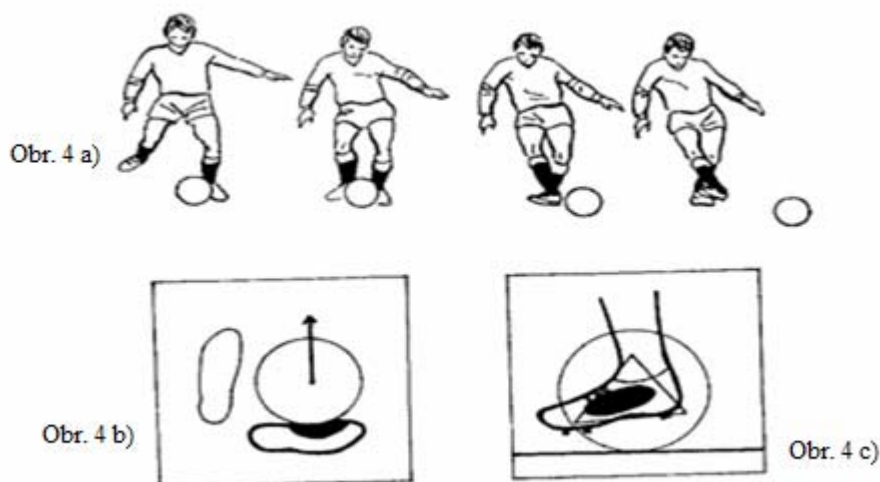
(Votík, 2001)

2.8.5. Charakteristika kopů podle způsobu provedení

2.8.5.1. Kop vnitřní stranou nohy (obr. 4 a, b, c,)

Tento způsob kopu považujeme za základní, ve hře se používá poměrně často, především na krátkou a střední vzdálenost. Kop vnitřní stranou nohy je z technického hlediska relativně jednoduchý a nejpřesnější (i na nerovném terénu), ale nelze dosáhnout větší rychlosti letu míče ani maximálních vzdáleností.

Obrázek 4 Kop vnitřní stranou



Obr. 4 a – Kop vnitřní stranou nohy

4 b – Postavení stojné a kopající nohy

4 c – Plocha nohy kopající do míče

Klíčové kroky způsobu provedení:

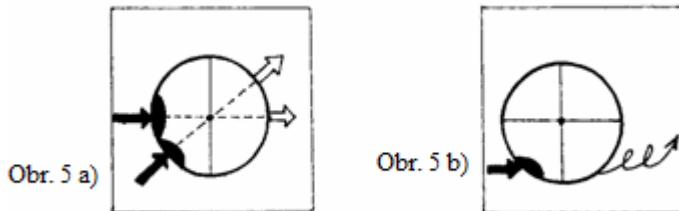
- **rozběh** ve směru zamýšleného kopu
- **došlap** pokrčené stojné nohy asi na šířku stopy vedle míče
- **nápřah** kopající nohy a na něj navazující

- **švih** vychází z kyčle. Během svihu se kopající noha vytáčí špičkou ven, v okamžiku
- **úderu** (kopu) do míče je chodidlo rovnoběžně se zemí pět až deset centimetrů nad ní a vytočeno kolmo na směr kopu. Kopající noha je přitom v koleně pokrčena a zpevněna

Míč zasáhneme trojúhelníkovou plochou vnitřní strany nohy. Úder do míče přechází plynule v doprovodný pohyb, při němž je chodidlo stále ještě zpevněno a vytočeno špičkou ven. Po skončení doprovodného pohybu přeneseme váhu těla na kopající nohu. Paže ve všech fázích kopu vyrovnávajícími pohyby udržují rovnovážné postavení těla. (Votík, 2001)

Dráhu letu míče ovlivňuje postavení opěrné nohy, sklon trupu, ale hlavně místo, ve kterém hráč míč zasahuje. Pokud zasáhne hráč nehybně ležící míč, anebo míč pohybující se po zemi v úrovni těžiště, bude se míč pohybovat přímočaře (obr. 5 a). Pokud chce hráč, aby se míč pohyboval po křivce, udeří míč pod úroveň těžiště, případně vedle těžiště. Míč dostává rotaci, udeří-li do něj hráč v jiném směru než je směr těžiště a dráha letu pak není přímočará. (obr. 5 b). Tento princip úderu do míče platí pro všechny způsoby *přihrávání a střelby*. (Votík, 2001)

Obrázek 5 Pohyb míče – vnitřní strana



Obr. 5 a – Přímočarý pohyb míče, kop vedený do těžiště míče

5 b – kop vedený mimo těžiště, rotovaný míč

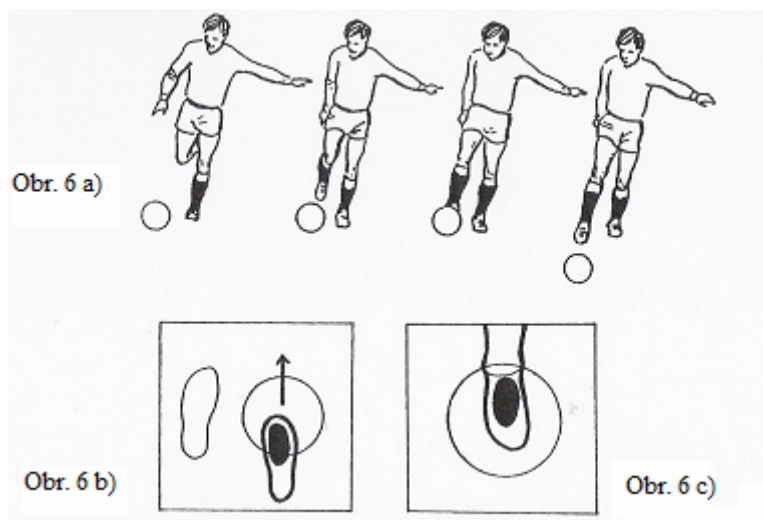
Osvojení kopací techniky různě rotovaných míčů má v současném fotbalu značný význam, jak pro *přihrávání, tak při střelbě* (standardní situace). (Votík, 2001)

2.8.5.2. Kop přímým nártem (obr. 6 a, b, c)

Tento způsob kopu patří v současném fotbalu k **velmi často používaným a nejúčelnějším**. Výhodou je **velký dosah** (střední a maximální vzdálenosti) a možnost **maximální rychlosti míče** (*střílené přihrávky*). Technicky zdatní hráči používají kop i na krátké vzdálenosti, což vyžaduje i od hráče, který míč zpracovává, vysokou úroveň technické připravenosti.

Časté využití při standardních situacích, změně těžiště hry i po vedení míče, kdy lze kop co nejdéle utajit vzhledem k technice běhu ("z kotníku"). Přímým nártem se často odehrávají míče prvním dotykem a to přízemní, po odrazu („halfvoleje“) i přímo ze vzduchu ("voleje").

Obrázek 6 Kop přímým nártem



Obr. 6 a – Kop přímým nártem

6 b - Postavení stojné a kopací nohy

6 c – Plocha nohy kopající do míče

Kroky způsobu provedení:

- **rozběh** ve směru kopu,
- **došlap** pokrčené stojné nohy špičkou na úroveň míče asi na šířku stopy od míče se současným
- **nápřahem** dolní končetiny, na nějž plynule navazuje
- **švih** stehna doplněný energickým švihem bérce; v okamžiku
- **kopu do míče** je koleno nad míčem, chodidlo kolmo k zemi, špička nohy vypjata v prodloužení bérce a zpevněna v kotníku, míč je zasažen plochou, kterou kryje šněrování kopačky, trup je předkloněn, paže vyrovnávají rovnováhu, následuje
- **doprovodný pohyb** kopající nohy, špička nohy stále v prodloužení bérce směřuje za

míčem, noha je stále zpevněna v kotníku a na ukončený doprovodný pohyb navazuje pohyb hráče bez míče. (Votík, 2001)

2.9. Základní pojmy

Motorické dovednosti lze stručně definovat jako motorickým učením a opakováním získaná pohotovost (způsobnost, připravenost) k pohybové činnosti, k řešení pohybového úkolu a dosažení úspěšného výsledku.

Sportovní dovednosti pak jako specifický koordinační výkonový předpoklad pro realizaci určité sportovní činnosti žádoucí technikou, který zpravidla musí být osvojen v delším učebním a tréninkovém procesu a je spojen s vytvořením regulačních mechanismů (Měkota a Cuberek, 2007).

Testování lze chápat jako speciální prostředek sportovní antropomotoriky, jehož účelem je zjištění úrovně motorických předpokladů (pohybových schopností, zručností a návyků), za pomoci motorických testů. Můžeme tak získat platná data o úrovni pohybových schopností, která jsou základním prvkem ke kontrole a řízení účinného tréninkového procesu (Kasa a Švec, 2006).

Čelikovský (1976), popisuje pohybový test jako standardizovaný vyšetřovací postup pro hodnocení pohybových projevů člověka.

2.9.1. Vlastnosti testů

Mezi základní vlastnosti testů patří: validita a reliabilita

2.9.1.1. Validita

U metod hodnocení pohybové aktivity se nejčastěji sleduje jejich kriteriální validita ve vztahu k jiné objektivní metodě vyhodnocení pohybového zatížení. Příkladem může být posuzování validity hodnocení energetického výdeje pomocí elektromechanických detektorů pohybu (akcelerometrů) ve vztahu k energetickému výdeji měřenému nepřímou kalorimetrií.

Externí a interní validita je předmětem diskuzí o metodologických problémech metod pozorování pohybové činnosti v sportovních hrách.

Velmi vysoké požadavky na externí validitu metod hodnocení pohybové aktivity a zatížení vycházejí z účelu jejich použití v terénním výzkumu a pedagogické praxi.

2.9.1.2. Spolehlivost (reliabilita) a objektivita

Spolehlivost metod v hodnocení pohybové aktivity se velmi často posuzuje ve smyslu stability opakovaných měření (stability, repeatability). U metod sledování pohybové aktivity, které se používají v epidemiologii pohybových aktivit a v analýze sportovních her, se sleduje intersubjektová a intrasubjektová spolehlivost pozorovatelů – posuzovatelů.

V situačním aspektu spolehlivosti je obsažen vliv nestability vnějších podmínek a dalších kontextových proměnných, realizace pohybové činnosti na spolehlivost výsledků, pozorování pohybové aktivity jedinců. Na rozdíl od osobních aspektů nejsou žádné empirické studie, které by zkoumaly situační aspekty spolehlivosti pozorování pohybové aktivity

Mezi další vlastnosti testů patří:

- Specifičnost
- Citlivost (senzitivita)
- Použitelnost a proveditelnost
- Vtíravost a reaktivita
- Rušivost
- Osobní a sociální přijatelnost
- Nákladnost
- Hospodárnost
- Kapacita

(Psotta 2003).

2.9.2.Výsledky testů

Ve vrcholovém sportu jsou výsledky testů základem pro predikci sportovní výkonnosti, to znamená, pro odhad výkonů v následujícím období, ve zvolené sportovní disciplíně na základě testových a sportovních výsledků současných. Kontrola, selekce i predikce vycházejí z diagnostiky motorických schopností, dovedností a dalších charakteristik motoriky. Testování by mělo být součástí každého tréninkového i tělovýchovného procesu. Je sice většinou časově a organizačně náročné, ale poskytuje však uživateli zpětnou vazbu o kvalitě tréninkového nebo vyučovacího procesu (Blahuš, 1976).

2.9.3. Provedení testů

Pro provedení testu jsou podle Psotty (2006) podstatné následující podmínky:

Standardizace podmínek. Chápeme jako zachování pokud možno shodných vnějších podmínek pro testování – fyzikálních vlastností prostředí (zejména teplota), povrchu, prostoru, užitých pomůcek a zařízení, případně i jeho kalibrace.

Standardizace testové procedury. Jde o zachování stejného způsobu přípravy testovaných osob jako rozcvičení, instrukce, motivace a povzbuzování v samotném průběhu testu. Při užití standardizovaných testů je žádoucí zachovat, pokud možno, neměnné instrukce pro přípravu, provedení a vyhodnocení daného testu. Obvykle všichni hráči neprovádějí test v krátké době najednou. Proto je nutné zorganizovat časový harmonogram testování.

Stav hráčů před testováním. Tréninkové zatížení několik dní před testováním by nemělo být příliš náročné, aby výsledky testování neovlivnila chronická nebo zbytková únava hráčů. Proto tréninkový program předcházející testování by se měl pečlivě naplánovat, aby tréninkové podněty byly dostatečně efektivní pro udržení výkonnosti a současně dovolily požadované zotavení před testováním. Klasická, potřebná doba upraveného tréninku před testováním je přibližně jeden týden, nicméně je závislá na druhu testování, trénovanosti a regeneračních schopnostech hráčů.

2.9.4. Příklad testování technických dovedností ve fotbale

Test explozivní síly dolních končetin, použitý při kopu přímým nártem.

Hráč provádí kop přímým nártem maximálním úsilím z rozběhu ze dvou kroků. Kop se provádí dominantní nohou. Výsledným skóre je nejvyšší maximální rychlost míče dosažená ze tří pokusů. Maximální rychlost míče se dosahuje v okamžiku, kdy míč opouští plochu nártu, tedy v okamžiku úderu nohy do míče. Rychlost míče se měří rychloběžnou kamerou nebo radarem.

Test při zvládnuté technice kopu může ukazovat na způsobilost hráče pro koordinované vyvinutí explozivní síly dolními končetinami ve specifické struktuře kopu (Psotta, 2006).

2.10. Rešerše literatury

2.10.1. Porovnání kopu vnitřní stranou a přímým nártem z pohledu 3D analýzy.

I přes různorodé dovednosti ve fotbale, je kop tím nejdůležitějším. Kop vnitřní stranou je nejfrekventovanějším a nejpřesnějším kopem na kratší vzdálenost. Na druhou stranu kop přímým nártem je běžně používán pro dlouhé a rychlé míče. Většina studií je ve 2D, 3D studie kopu nejsou zcela obvyklé. V podstatě, kop vnitřní stranou je prováděn úderem vnitřní strany chodidla, pohyb je kombinací několika komplikovaných rotačních pohybů nohy. Levanon a Depena (1998) zveřejnili kinematický charakter kopu vnitřní stranou a přímým nártem, ale tyto kinetické aspekty nebyly stále stanoveny. K porozumění, jak vypadá švih nohy při tomto kopu, mohou kinetické aspekty nabídnout významný pohled na techniku kopu. (Nunome and Ikegami 2002)

Podobných výsledků jako tato studie dosahovali studie např.: Levanon a Depena, 1998; Robertson a Mosher, 1985; Zerinke a Roberts, 1978. Viz Obr. ...

Tabulka 1 Rešerše literatury

Ball speeds ($\text{m}\cdot\text{sec}^{-1}$) as reported in the literature (M = Males; F = females). Data are means (\pm SD).

Research Study	Subject characteristics			Kick	Approach (steps – angle)	Ball speed ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
	N	Age (Years)	Training status			
Asami and Nolte (1983)	4	N/A	Professional	Instep	N/A	29.9 (2.9)
Narici et al. (1988)	11	25.1 (5.0)	Amateurs	Powerful	N/A	20.0 (3.6)
Opavsky (1988)	6	N/A	N/A	Instep	6-8 steps	23.48 – 30.78
Luhntanen (1988)	29	10.3-17.1	Trained	Instep	2 step	14.9 – 22.2
Kermond & Konz (1978)	1	22	Trained	Punt	2 step	25.8 (2.2)
Isokawa and Lees (1988)	6	20 – 26	Trained	Instep	1 step, 0°	18.73 (.95)
					1 step, 45°	20.14 (1.58)
					1 step, 90°	19.13 (1.64)
Poulmedis et al. (1988)	11	25.5 (3.0)	Trained	Instep	N/A	27.08 (1.32)
Rodano and Tavana (1993)	10	17.6 (.5)	Professional	Instep	2 step	22.3 – 30.0
Dorge et al. (2002)	7	26.4	Skilled	Instep	3 m, 0°	24.7 (2.5)
Ekblom (1994)	N/A	N/A	Professional	Instep	N/A	32-35
Levanon & Dapena (1998)	6	Inter- collegiate	Experienced	Instep	N/A	28.6 (2.2)
Barfield et al. (2002)	2 M	19-22	Elite players	Instep	2 step, 45-60°	25.3 (1.51) (M)
	6 F					21.5 (2.44) (F)
Barfield (1995)	18	20.7 (1.7)	Amateurs	Instep	2 step, 45-60°	26.4 (2.09)
Nunome et al. (2002)	5	High – school	Experienced	Instep	N/A	28.0 (2.1)
Nunome et al. (2006a)	5	16.8 (.4)	Skilled	Instep	N/A	32.1 (1.7)
Nunome et al. (2006b)	9	27.6 (5.6)	Experienced	Instep	N/A	26.3 (3.4)
Apriantono et al. (2006)	7	20.0 (2.1)	Amateurs	Instep	N/A	28.4 (1.6)
Tol et al. (2002)	15	27.4	Amateurs	Instep	N/A	18.9 – 29.8
Roberts et al. (1974)	1	25	Experienced	Toe	2 step	24.09
Tsaousidis & Zatsiorsky (1996)	2	College	Amateurs	Toe	N/A	24.9 (1.1)
Taina et al. (1993)	15	18.1 (.3)	4 th Division	Instep	N/A	96.02 (9.06) Km/h
Trolle et al. (1993)	24	N/A	Elite players	Instep	N/A	99.3-103.6 Km/h
Cometti et al. (1988)	95	25.0 (4.6)	Professional	Instep	Free run	106.37 (12.89) Km/h
						106.94 (7.52) Km/h
Asai et al. (2002)	6	N/A	Univ. Players	Curve	N/A	25.44 (.76)
Manolopoulos et al. (2006)	10	19.9 (.4)	Amateurs	Instep	2 step	27.9 (1.8)
Kellis et al. (2004)	10	21.3 (1.4)	Trained	Instep	1 step, 0°	19.79 (1.49)
					1 step, 45°	20.41 (2.44)
					1 step, 90°	18.51 (3.09)
Kellis et al. (2006)	10	22.6 (2.0)	Amateurs	Instep	2step, pre- fatigue	24.69 (1.8)
					2step, post fatigue	21.78 (2.2)

2.10.2. Kinematika kopu přímým nártem

Základní (dvou-dimenzní) kinematika segmentů nohy během kopu přímým nártem byla již publikována (Lees, 1996; Lees and Nolan, 1998). Tyto studie zahrnují zkoumání úhlových pozic – časové a úhlové rychlostní křivky během kopu, stejně jako lineární kinematiku zapojených kloubů.

2.10.3. Kop je charakterizován segmenty a kloubními rotacemi

Rotace segmentů těla jsou k vidění v průběhu celého kopu do míče. Během zášvihů se kopající noha pohybuje vzad. Kyčel je rovněž pomalu v addukci a zevně rotuje (Levanon a Dapena, 1998). Dochází k flexi v kolenní a vnitřní rotaci (Nunome et al., 2002). Zášvih kopající nohy je dokončen pouze po kontaktu se zemí s extenzí v kyčli a flexí v kolenní (Levanon a Dapena, 1998). Pohyb vpřed je zahájen rotací pánve kolem stojné nohy a přenosem stehna kopající nohy, dokud v kolenní pokračuje flexe (Weineck, 1997). Ve stejný čas je kotník v addukci a krčen k bérce zatímco pohyby do stran jsou

minimální (Levanon a Dapena, 1998). Po nárazu, přechází kyčel do flexe, je v abdukci, externě rotována a kotník je ve flexi (Levanon a Dapena, 1998).

2.10.4. Mechanizmy při kontaktu nohy s míčem

Rychlost míče je závislá na rychlosti nohy (segmentů) při nárazu stejně jako na kvalitě kontaktu nohy s míčem (Asai et al., 2002; Bull-Andersen et al., 1999; Lees and Nolan, 1998; Levanon and Dapena, 1998). Korelační koeficient mezi rychlostí míče a nohy je vysoký ($r > 0.74$) byl popsán (Asami a Nolte, 1983; Levanon a Dapena, 1998; Nunome et al., 2006a). Čím vyšší rychlost nohy před nárazem, tím kratší kontakt s míčem a tím vyšší rychlost míče. Z tohoto důvodu je míra rychlosti míče a nohy považována za ukazatel úspěšnosti kopu (Asami a Nolte, 1983; Kellis et al., 2004; Lees and Nolan, 1998; Nunome et al., 2006a; Plagenhoef, 1971). Efektivita nárazu roste s tím, jak je končetina zpevněná aktivací svalů (Lees and Nolan, 1998). To samé platí, pokud je bod kontaktu blíže kotníku než metatarsům (Asami a Nolte, 1983).

Tsaousidis a Zatsiorsky (1996) navrhli založit rychlost míče na dvou faktorech. Prvním faktorem je energie nebo hybnost, která je výsledkem koordinace pohybů a mechanického chování nohy před nárazem a jako druhý faktor uvádějí energii, která je způsobena prací svalů během kolizní fáze. Tyto výsledky souhlasí s předchozími studiemi (Asami a Nolte, 1983; Bull-Anderson et al. 1999).

2.10.5. Rychlost míče

Rychlost míče je hlavním biomechanickým indikátorem pro úspěšnost kopu a je výsledkem několika faktorů včetně techniky (Lees a Nolan, 1998), optimálním přenosu energie mezi segmenty (Plagenhoef, 1971), rychlostí a úhlem náběhu (Isokawa a Lees, 1988; Kellis et al., 2004), úrovni dovednosti (Commetti et al., 2001; Luhtanen, 1988), pohlavím (Barfield et al., 2002), věkem (Ekblom, 1986; Narici et al., 1988), dominantní nohou (Barfield et al., 2002; Barfield et al., 2002; Narici et al., 1988; Dorge et al., 2002; Nunome et al., 2006a), vyspělostí (Lees a Nolan, 1998), charakteristikou nárazu nohy do míče (Asai et al., 2002; Bull-Andersen et al., 1999; Tsaousidis a Zatsiorsky, 1996), silou svalu a výkonem hráče (Cabri et al., 1988; De Proft et al., 1988; Dutta a Subramanium, 2002; Manolopoulos et al., 2006; Taina et al., 1993; Trolle et al., 1993) a typem kopu (Kermond a Konz, 1978; Nunome et al., 2002; Wang a Griffin 1997). Hodnoty rychlosti míče, které se udávají během utkání, jsou mnohem vyšší ve srovnání s těmi, které byly naměřeny pod laboratorním dohledem.

2.10.6. Závislost úhlu náběhu a délky kopu.

Kop může být prováděn buď ze statické pozice, nebo z určité vzdálenosti od míče (z náběhu). Náběh se skládá z několika kroků a může být prováděn pod určitým úhlem vzhledem k míči. Délka, rychlost a úhel náběhu jsou nejdůležitějšími aspekty pohybu, který má podstatný efekt na kvalitě kopu (Isokawa a Lees, 1988; Kellis et al., 2004; Opavsky, 1988; Robert set al., 1974).

Dalším důležitým aspektem při úspěšnosti kopu do míče je pokládání podporné nohy za a vedle míče. Není žádný konsens, který by říkal, jak by přesně měl vypadat dopad stojné nohy vedle míče. Je pouze navrženo, že by noha měla dopadat 5-10 cm za míč a 5-28 cm vedle míče (Hay, 1993).

3. Metodologická část

3.1. Cíl práce

Sledování intraindividuálních změn především během dopadu stojné nohy na Kistlerovu desku v průběhu kopu do míče. Za pomoci kinematického rozboru pohybu (codamotion) a s využitím radaru pro zachycení rychlosti míče.

3.2. Úkoly práce

- Provést rešerši literatury k dané problematice
- Výběr skupiny sledovaných hráčů
- Výběr vhodných metod pro sběr dat

- Organizační příprava experimentu
- Sběr a vyhodnocení dat

3.3.Hypotézy

1. Síla vyvinutá při došlapu stejné nohy má přímý vliv na rychlost míče.
2. Krátká doba působení stejné nohy na podložku reprezentovaná vysokou dynamikou došlapu má za následek nárůst rychlosti míče.
3. Rychlost kopu přímým nártem bude vyšší nežli kop vnitřní stranou.

a. Charakter sledovaného souboru

Sledovaná skupina hráčů se skládala z 12 probandů ve věku 16 - 19 let extraligové a ligové dorostenecké úrovně, klubu SK Slavia Praha - fotbal. Probandi jsou pravidelně trénováni kvalifikovanými trenéry, trénují 4 – 5 krát týdně a fotbalu se v průměru věnují 11,5 roku. Vzhledem k tomu, že obsah tréninku v této věkové kategorii již odpovídá výkonnostnímu tréninku technických dovedností a výrazně se neliší od mužské kategorie, měly by i jejich technické dovednosti být na vysoké úrovni a do jisté míry stabilizovány. Sledovaná skupina je charakterizována v níže uvedené tabulce.

Tabulka 2 Přehled a základní parametry sledované skupiny

Jméno	věk	výška	hmot	ECM/ /BCM	%tuku	ATH	
	roky	cm	kg		%	kg	
1) P.M.	19 (91)	189,7	78,9	0,81	9,3	71,6	levák
2) H.J.	18 (92)	185	82				brankář
3) C.N.	19 (91)	191,4	86,9	0,74	11,7	76,7	
4) M.M.	19 (91)	178,8	71,2	0,72	10,1	64,0	levák
5) Č.E.	19 (91)	179,2	69,5	0,77	9,5	62,9	

6) G.M.	19 (91)	174,5	60,8	0,61	7,3	56,4	
7) M.J.	18 (92)	192	82				brankář
8) Z.L.	16 (94)	189	66				brankář
9) M.P.	19 (91)	191,3	80,3	0,77	9,6	72,6	brankář
10) V.F.	19 (91)	182,6	75,9	0,63	10,6	67,8	
11) J.J.	18 (92)	177,2	68,9	0,71	9,8	62,2	
12) K.M.	19 (91)	182,0	73,5	0,64	9,8	66,3	

Legenda k Tab. 2:

ATH - Aktivní tukuprostá hmota. Zahrnuje veškeré tkáně těla, vyjma podkožního tuku a má v porovnání s celkovou tělesnou hmotností užší vztah k množství fyziologických parametrů jako jsou spotřeba kyslíku, minutový objem srdce, vitální kapacita apod. Je závislý na genetice, ale je možné ho rozvíjet pohybovou aktivitou a ovlivňovat i výživou.

ECM/BCM - Poměr extracelulární k/ke celkové buněčné hmotě. Je kvalitativním hodnocením svalového aparátu, charakterizuje kvalitu svalové hmoty. Je používám jako ukazatel předpokladů pro sportovní výkon. Čím nižší hodnoty tohoto průměru, tím lépe. Tento koeficient je závislý na stavu trénovanosti, věku a pohlaví. Pro jedince bez pravidelného pohybového tréninku se pohybuje v rozmezí 0,75 – 1,05 pro věkové rozmezí 17 – 60 let. Muži mají tento oddíl nižší než ženy (zpravidla o 0,02 – 0,04) a rovněž u trénovaných jedinců nacházíme hodnoty ECM/BCM nižší než u trénovaných. U trénovaných může zásadní změny ECM/BCM vyvolat silový a rychlostní trénink a jeho absence.

%Tuk - Je procento tělesného tuku vyjádřené v procentu tělesné hmotnosti. Tato hodnota je závislá na věku, pohlaví a pohybové aktivitě – tréninku. Pro muže bez pravidelného sportovního tréninku jsou normální hodnoty mezi 15 – 18%, u žen jsou o cca 3 – 5% vyšší.

b. Organizace výzkumu

Testování v laboratorních podmínkách proběhlo dne 26.2.2010 v laboratoři sportovní motoriky FTVS UK. Za účasti pracovníků laboratoře.

Všichni probandi měli předepsané oblečení a vybavení, které si na testování přinesli (sálovou obuv, nízké ponožky a elastické kraťasy). Probandi nejprve podstoupili zahřívací část na běhátku či rotopedu s následným strečinkem před samotnou střelbou. Dále byli polepeni tzv. Markery (viz dále v textu), které snímaly celkovou kinematiku testovaného. Na nohy a boky bylo připevněno celkem 22 diod (viz dále v textu) a další dvě byly připevněny na ramena. Probandům bylo vysvětleno, jakým způsobem mají do míče kopnout a na jaké místo má dopadnout stojná noha. Všichni probandi měli určené stejné místo, kde měl stát míč. Rozběh byl individuální (hráči si mohli nastavit dráhu rozběhu pomocí posuvných desek).

Probandi kopali nejprve maximální silou přímým nártem a následně vnitřní stranou přímo před sebe do předem připravené sítě. Uskutečnili 7 měřených kopů přímým nártem a 5 měřených kopů vnitřní stranou. Tímto způsobem bylo změřeno všech 12 testovaných probandů.

c. Časový průběh testování

Testování proběhlo během jednoho dne v laboratorních podmínkách. Na zahřátí a rozcvičení měl každý proband 20 minut a samotný test trval přibližně 25 minut. 5-10 minut trvalo přichycení markerů na tělo a 10-15 minut samotné testování. Probandi přicházeli jednotlivě, každému byl určen přesný čas, na který měl dorazit. Celkový čas strávený v laboratoři otestováním všech hráčů se pohyboval kolem 5 hodin.

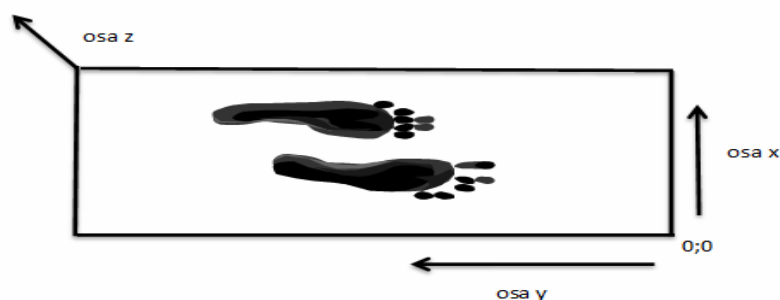
d. Metody získání výzkumných údajů

Prostředky k měření

K zaznamenávání rychlosti kopu bylo použito radarové zařízení STALKER ATS, pracující na bázi ultrakrátkých vln 33,4 - 36 GHz, které je speciálně vyvinuto pro sportovní účely. Radarový systém STALKER ATS měří rychlost v rozsahu 8 – 480 km.hod⁻¹ s přesností 0,1 km.hod⁻¹.

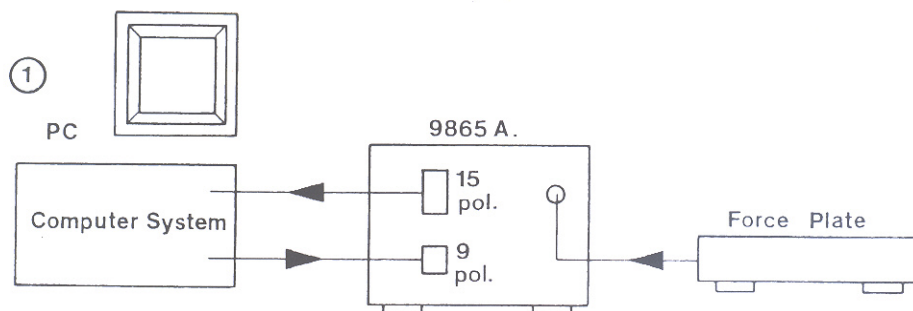
Pro měření působení těžiště těla CG na podložku a tlakového působení na podložku jsou používány charakteristické měřicí přístroje. Měření tlaku vůči pevné podložce a působení výslednice tíhových sil (CG) se provádí například na měřicím zařízení KISTLER. Toto zařízení se skládá z pevné kovové desky, pod kterou jsou umístěné nábojové snímače a zařízení tak vyhodnocuje velikost a směr silového působení na kovovou desku, a to, buď ve dvou osách (měření XY – 2D) nebo prostorově ve všech třech osách (měření XYZ - 3D). Použitá velikost desky je 600 mm x 400 mm, měřicí rozsah v jednotlivých osách je 10 kN se senzitivitou v řádech jednotek pC/N a měřicí frekvencí 1 kHz. Standardním způsobem uložení desky je její pevné zabudování v podlaze.

Obrázek 7 Tlaková deska KISTLER se znázorněním orientace souřadného systému



Na obrázku Obr. 7 je znázorněna tlaková deska KISTLER se zavedeným souřadným systémem. Pro měření byla použita jedna měřicí deska synchronně zapojená do měřicího zesilovače. Deska měřila izolované zatížení pod stojnou nohou při průběhu kopu do míče. Před vlastním měřením proběhne softwarová kalibrace, která nastaví snímané zatížení na nulovou hodnotu a dále již pak ukazuje změny zatížení v relativních hodnotách. Jinou možností je měření zatížení se snímáním hmotnosti měřené osoby, která je před měřením přesně zvážena laboratorní osobní vahou. Tímto způsobem lze provést kontrolu a případnou změnu citlivosti, pokud by měřená hodnota hmotnosti neodpovídala kontrolnímu měření na laboratorní váze.

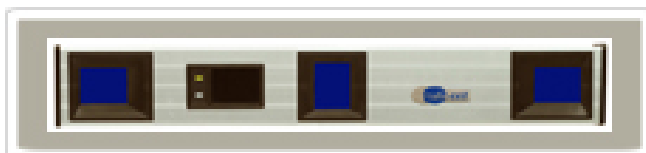
Obrázek 8 Schematické zapojení tlakové desky se zesilovačem a měřicím počítačem.



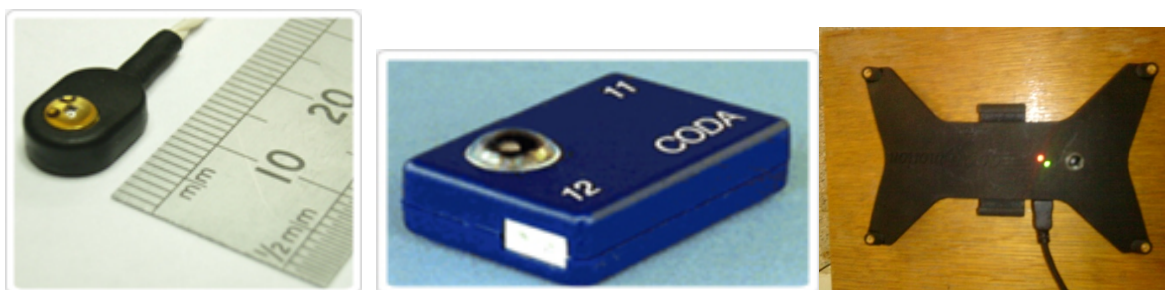
Pro vyhodnocení měřených signálů z tlakové desky KISTLER byl použit software BioWare, zaznamenávající a vyhodnocující silové signály ve všech třech osách s možností exportu měřených dat ve formátu ASCII a dále zpracovatelným v dalších programech (MS EXCEL).

Pro hodnocení polohy a pohybu prostorových bodů byl použit kinematický analyzátor CODA Motion System. Tento přístroj se skládá ze snímací jednotky CX1, která se upevňuje na stativ a zabírá prostor v rozsahu cca 6m. Na snímací jednotce jsou snímací okna, která detekují signál z jednotlivých senzorů. Jednotlivé senzory jsou tvořeny aktivní diodou, která se připojuje do zesilovacího boxu.

Obrázek 9 Snímací jednotka CX1



Obrázek 10 Aktivní senzor, zesilovací box markerů a kluster



Aktivní senzory mají velikost v rozsahu 10 mm a upevňují se na místa, která mají být analyzována. Dva senzory se jako pár připojují do zesilovače markerů, který spolu s diodou tvoří vysílací prvek, který je snímací jednotkou snímán s přesností 0,1mm v rozsahu záběru 6m.

Markery* a klustery*

Na každé noze byl umístěn marker s diodou na patě a vnějším nártu. Na každém lýtku byl uchycen kluster, který se skládá ze čtyř diod. Pod klusterem byl umístěn marker od kterého vedly diody na kotník a koleno. Na stehnu byl znovu kluster a na vnější straně velkého trochanteru boku byla opět dioda. Na sternu byl umístěn marker ze kterého vedly diody na ramena.

*Marker – Dva senzory se jako pár připojují do zesilovače markerů, který spolu s diodou tvoří vysílací prvek, který je snímací jednotkou snímán s přesností 0,1mm v rozsahu záběru 6m.

*Kluster – menší deska, uchycující se na tělo, na které jsou v rozích umístěny diody.

Pro hodnocení měřených dat je používán softwarový produkt CODA, který umožňuje tabelární a grafické znázornění měřených dat a případný export ve formátu ASCII pro zpracování v dalších programech.

Obě měřicí zařízení je možné spojit pomocí řídicí jednotky Power 5606, která dovolí časovou synchronizaci měřených signálů.

V laboratorních podmínkách zjištěno tělesné složení. Tělesné složení bylo zjištěno pomocí multi-frekvenční bioinpedanční metody BIA2000M (Datainput,20004). Tělesné složení jsme identifikovali pomocí tří parametrů: tukuprostá hmota, procento tuku a poměr vnitro a mimobuněčné hmoty.

Měření proběhlo ve standardizovaných podmínkách během dopoledních hodin. Každý hráč absolvoval 7-10 pokusů kopem přímým nártem a 5 pokusů kopem vnitřní stranou.

e. Metody vyhodnocení výzkumných údajů

Získaná data byla statisticky zpracována v programech BioWare a CodaMotion Analysis.

K výpočtu hodnot tělesného složení byl použit software NUTRI 4 s použitím predikčních rovnic pro danou věkovou skupinu.

Obrázek 11 Připevněné markery a klustery na těle



Obrázek 12 Rozběžiště, Kistlerova deska, Coda motion, záchytná síť, fáze pohybu







Obrázek 13 Výzkumný tým

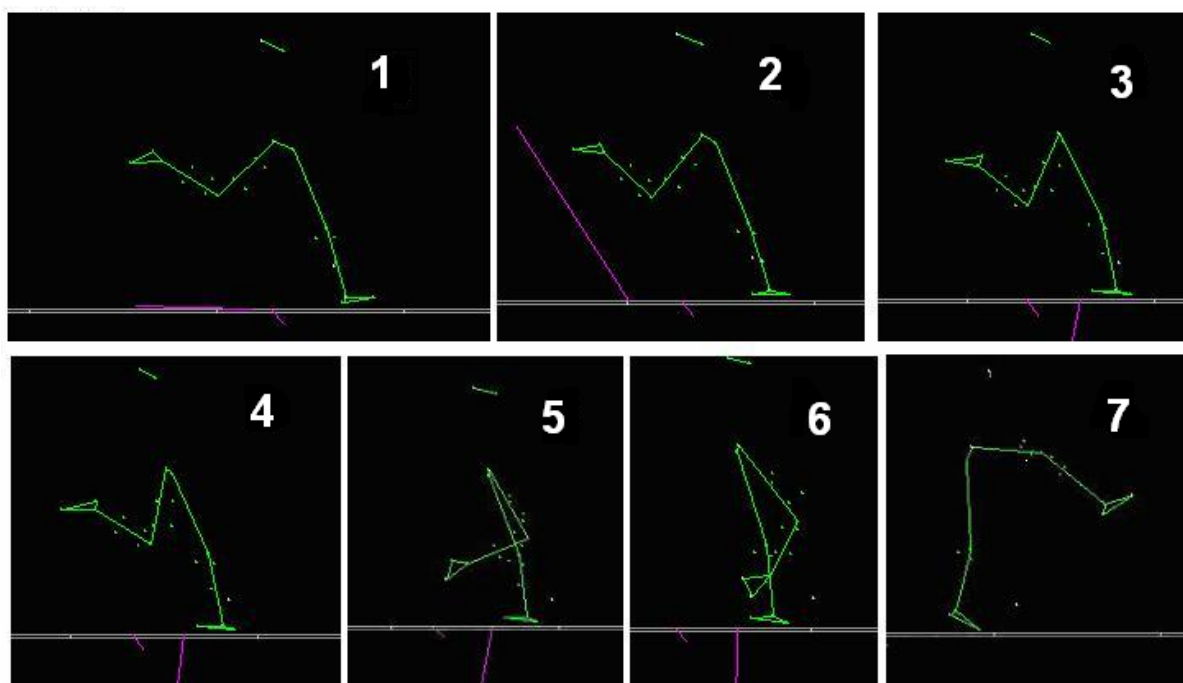


4. Výzkumná část

4.1. Kop přímým nártem

Skupina sledovaných hráčů byla rozdělena podle dosažených rychlostí vystřeleného míče a pro popis jednotlivých parametrů byl vybrán hráč (proband 5 Č. E.) s průměrnými výsledky vzhledem k celé sledované skupině.

Obrázek 14 Fáze pohybu kop přímým nártem



Na obrázku 14 je znázorněno 7 fází pohybu vybraného probanda.

- 1) Fáze posledního kroku
- 2) Fáze došlapu celého chodidla
- 3) Fáze vyrovnávání boků
- 4) Fáze flexe stojné nohy
- 5) Fáze extenze stojné nohy
- 6) Fáze kontaktu s míčem – průběh kontaktu s míčem se na grafu stojné nohy projevuje mírným zvlněním

7) Fáze dokončení pohybu

Fáze 1 je fází posledního kroku a okamžik kontaktu stojné nohy s měřicí deskou. Dolní končetina dopadá přes patu na měřicí desku, stojná noha je ve flexi ($168,72^\circ$). Kyčel je v addukci a zevně rotuje (Levanon a Dapena, 1998). Dochází k extenzi švihové nohy, která je dokončena flexí v kolenu ($119,43^\circ$). Kotník je v této fázi v abdukci ($121,58^\circ$) a v pomalém pohybu ve směru pronace.

Následuje fáze 2 došlap celého chodidla, kdy v této fázi dochází k došlapu celého chodidla na podložku. Švihová noha přechází v pohyb vpřed a tento pohyb je zahájen rotací pánve kolem stojné nohy a přenosem stehna nohy švihové, zatímco v kolenu pokračuje flexe ($88,5^\circ$).

Třetí fáze vyrovnávání boků - zde pravý bok rotuje kolem stojné nohy. Koleno stojné nohy zvyšuje flexi ze $174,4^\circ$ na $170,73^\circ$ a pata na švihové noze dosahuje maximální výšky vzhledem k podložce a to $790,2$ mm. Kyčel švihové nohy přechází do flexe a dochází k abdukci, dokud zůstává zevní rotace (Levanon a Dapena, 1998).

Fáze 4 - flexe stojné nohy. Během této fáze dosahuje pata švihové nohy nejvyšší rychlosti vzhledem k ose z a to konkrétně u tohoto testovaného $6,654$ m/s. Dále se švihová noha v kolenu dostává do flexe (74°) společně s nohou stojnou, která na začátku této fáze dosahuje hodnoty ($167,46^\circ$) a na konci ($164,65^\circ$).

Fáze 5 - extenze stojné nohy. Na začátku této fáze se okamžitě projevuje extenze kolene stojné nohy ($165,85^\circ$) vzhledem k předchozím ($164,65^\circ$) a také extenze nohy švihové ($82,21^\circ$) viz předchozích (74°). Švihová noha míjí nohu stojnou a ve stejný čas je kotník v addukci a ve flexi ($45,55^\circ$) k bérce, zatímco pohyby do stran jsou minimální. Pravý bok přechází přes bok levý a švihová noha se pohybuje nadále vpřed.

Předposlední fáze 6 je fází kontaktu s míčem. Zde dochází stále k větší extenzi ve stojné noze ($168,26^\circ$);(o $2,41^\circ$ vzhledem k předchozí fázi) i noze švihové ($116,46^\circ$);(o $36,44^\circ$ vzhledem k předchozí fázi). Kotník švihové nohy během kontaktu s míčem přechází v maximální extenzi z $125,32^\circ$ až po $146,53^\circ$.

V poslední sedmé fázi je při dokončení pohybu a v okamžiku posledního kontaktu s podložkou koleno stojné ($170,3^\circ$) i švihové ($152,9^\circ$) nohy v maximální extenzi a kyčel přechází do flexe, je externě rotována a kotník je ve flexi (o $14,74^\circ$ vzhledem k předchozí fázi). (Levanon a Dapena, 1998)

Tabulka 3 Úhly v kloubech v sedmi popsáných fázích pohybu

Úhly - Přímý nárt	1	2	3	4	5	6	7
PK (°)	119,43	88,5	83,14	74	82,21	116,46	152,9
LK (°)	168,72	174,4	170,73	167,46	165,85	168,26	170,3
P KOT (°)	121,58	127,1	132,01	134,65	134,77	125,32	110,58
L KOT (°)	99,66	109,06	108,53	107,11	103,39	103,26	98,54
PB (°)	50,16	43,17	45,28	42,79	62,56	67,68	94,61
LB (°)	12,49	5,81	7,15	8,31	12,6	16,64	24,85
vychýlení ramen (°)	20,02	21,26	19,13	16	17,89	15,31	7,92

PK – pravé koleno, LK – levé koleno, P KOT – pravý kotník, L KOT – levý kotník,

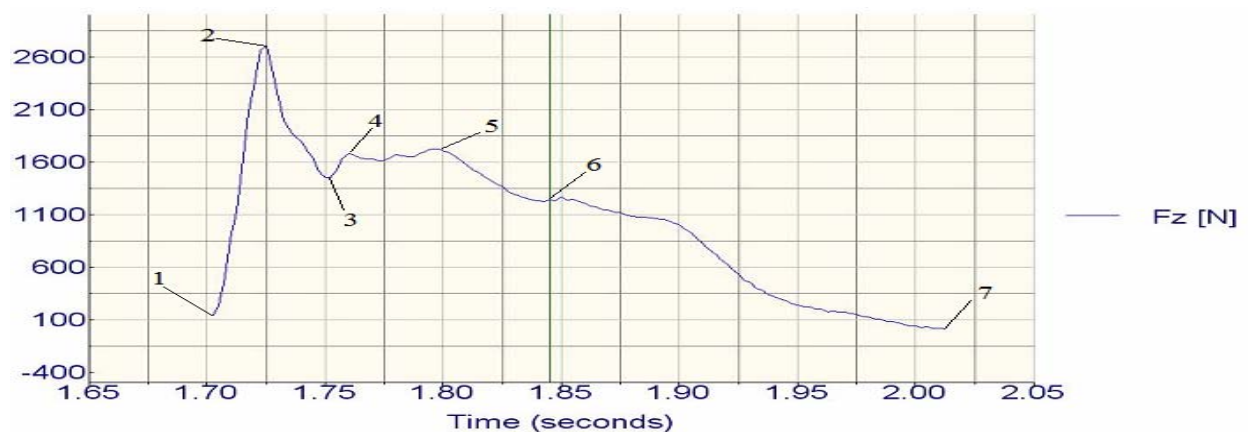
PB – pravý bok, LB – levý bok

Mezi vybrané parametry pro hodnocení silového projevu hráče bylo vybráno působení stojné nohy na měřicí desku, které je znázorněno, a popsáno ve třech osách působení na podložku viz obr. 7. Osa *z* představuje sílu stojné nohy při tlaku kolmo na podložku v závislosti na čase. Osa *x* představuje silové působení nohy do stran vzhledem k podložce a osa *y* znázorňuje působení vpřed a vzad.

4.1.1. Grafy – na grafech je znázorněno všech sedm předchozích fází, které jsou popsány na obrázcích.

- 1) Fáze posledního kroku
- 2) Fáze došlapu celého chodidla
- 3) Fáze vyrovnávání boků
- 4) Fáze flexe stojné nohy
- 5) Fáze extenze stojné nohy
- 6) Fáze kontaktu s míčem – průběh kontaktu s míčem se na grafu stojné nohy projevuje mírným zvlněním
- 7) Fáze dokončení pohybu

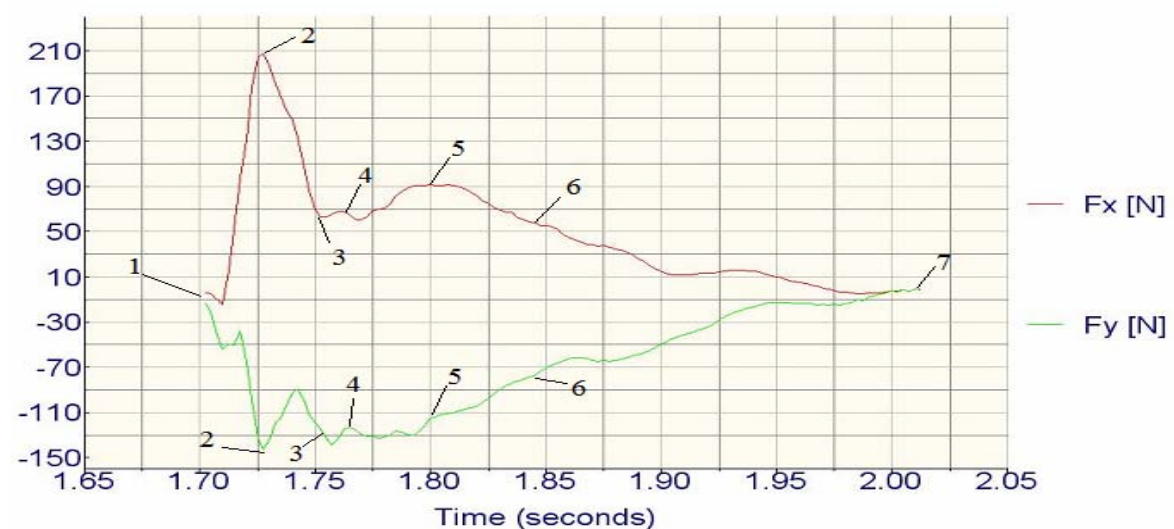
Graf 1 Osa z kop přímým nártem



Na grafu 1 je znázorněna křivka (osa z), která představuje sílu, kterou vyvíjí stojná noha při tlaku kolmo na podložku v závislosti na čase. Grafy jsou převzaté z originálního programu a proto je na grafech užívána pro oddělení desetinných míst tečka, zatímco v textu se objevuje čárka.

Jak je na grafu vidět, tak v momentě došlapu celého chodidla dochází k nejvyššímu působení síly na podložku (viz bod 2). Následuje pokles působení síly, kdy se pravý bok začíná vyrovnávat levému boku. Jakmile nastane vyrovnání (viz bod 3) stojná noha je opět výrazněji zatížena až do chvíle flexe v kolenní stojné nohy (viz bod 4). Následuje konstantní působení síly stojné nohy a ve chvíli extenze stojné nohy (viz bod 5) se noha odlehčuje a přenáší veškerou energii na nohu švihovou až do momentu kontaktu s míčem. Kontakt s míčem se na grafu projevuje mírným zvlněním (viz bod 6).

Graf 2 Osy x a y kop přímým nártem



Graf 2 představuje silové působení nohy do stran vzhledem k podložce. Červená křivka x ukazuje silové působení zevně či vnitřně (vlevo či vpravo) a zelená křivka y znázorňuje působení ve směru pohybu.

Na grafu 2 je viditelné, že maximální silové působení na podložku při došlapu celého chodidla se na obou osách projevuje ve stejný čas (viz bod 2). Fáze vyrovnávání boků se na osách neprojevuje (viz bod 3), ale fáze flexe stojné nohy (viz bod 4) se na ose x projevuje zvýšením síly a naopak na ose y poklesem síly. Fáze extenze stojné nohy je pozorovatelná poklesem síly působící na podložku. Moment kontaktu s míčem se na osách projevuje minimálním zvýšením tlaku na podložku (viz bod 6)

Graf 3 Osa x a y kop přímým nártem – vzdálenost

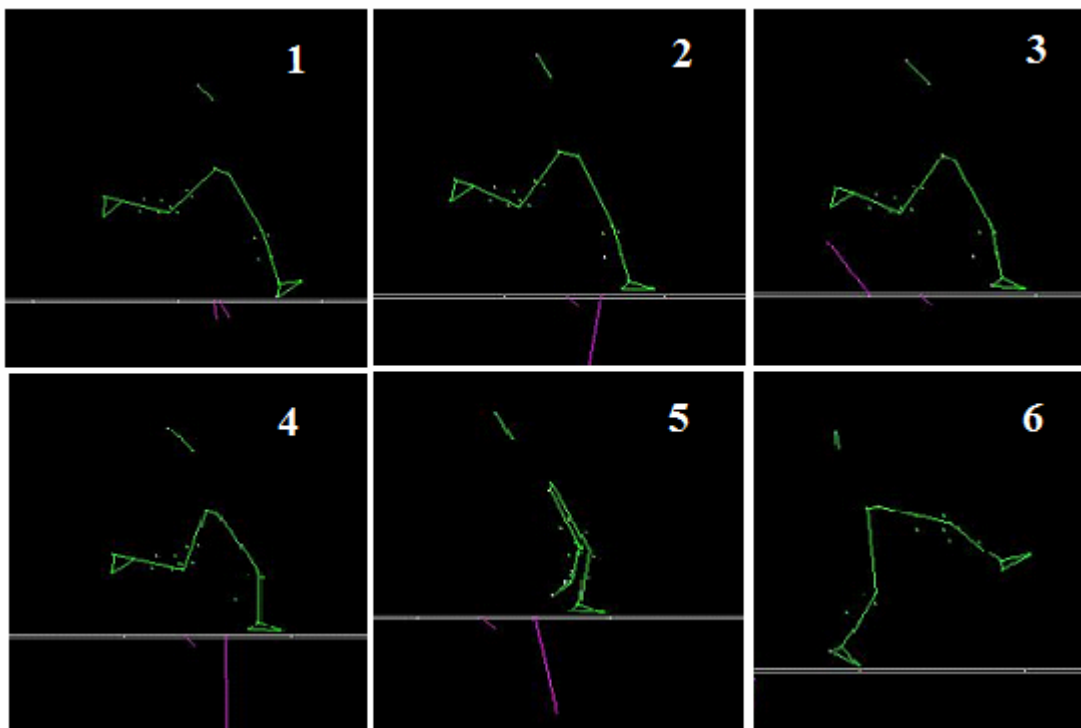


Graf 3 znázorňuje dráhu tlaku působícího na podložku. Červený graf x představuje dráhu zevně a vnitřně (vlevo či vpravo) a zelený graf y ukazuje dráhu ve směru pohybu.

Graf A_x zobrazuje dráhu centra silového působení. V tomto případě se silové působení ve fázi došlapu pohybuje vlevo a po dokončení došlapu, kdy následuje vyrovnávání boků, se mění směr došlapu na opačnou stranu a od fáze flexe stojné nohy zůstává na **ustálené hodnotě (ustálená hodnota bude v textu ještě několikrát zmíněna!)**. Graf y znázorňuje celkové působení směrem vpřed, kdy hráč překonává určitou dráhu.

4.2. Kop vnitřní stranou

Obrázek 15 Fáze pohybu kop vnitřní stranou



Fáze 1 poslední kroku a okamžik kontaktu stojné nohy s měřicí deskou. Tato fáze je prakticky stejná s fází při kopu přímým nártem s rozdílem ve flexi kotníku švihové nohy ($79,71^\circ$); (**přímý nárt - PN** - $121,58^\circ$) a dochází k vyššímu vychýlení ramen ($21,27^\circ$); (PN - $20,02^\circ$).

Fáze 2 došlap celého chodidla. Při došlapu celého chodidla je viditelný rozdíl v pohybu vzhledem ke kopu přímým nártem, nadále ve vychylování ramen (o $2,26^\circ$), potom ve flexi kotníku švihové nohy ($77,68^\circ$); (PN - $127,1^\circ$), ale také v extenzi v kolenní švihové nohy ($102,16^\circ$); (PN - $121,1^\circ$).

Fáze 3 vyrovnávání boků. K výměně boků vzhledem ke kopu přímým nártem dochází výrazně pomaleji a pravý bok déle rotuje kolem stojné nohy. I nadále zůstává vyšší flexe v kotníku ($77,94^\circ$); (PN - $132,01^\circ$) švihové nohy a vychýlení ramen ($24,69^\circ$); (PN - $19,13^\circ$). V této fázi se nachází kotník švihové nohy nejvýše nad podložkou a to konkrétně u tohoto probanda ve výšce $686,1$ mm.

Fáze 4 flexe stojné nohy. Flexe stojné vzhledem ke kopu přímým nártem je relativně vyšší, dosahuje hodnoty ($149,2^\circ$) zatímco přímý nárt ($167,46^\circ$). Dále v této fázi dochází k nejznamenatelnějšímu vychýlení ramen a to o celých $9,37^\circ$. Kotník dosahuje nejvyšší rychlosti vzhledem k ose z právě ve

fázi flexe stojné nohy (5,33 m/s). U kopu vnitřní stranou je vynechána fáze extenze nohy, jelikož při kopu vnitřní stranou nedochází k opětovné extenzi stojné nohy, ale noha je ve stálé flexi až do kontaktu s míčem.

Fáze 5 kontaktu s míčem. Při kontaktu s míčem je švihová noha ve vyšší extenzi (148,85°) na rozdíl od kopu přímým nártem (116,46°). Noha stojná zůstává ve flexi (148,7°). Pravý kotník je ve výrazné flexi (71,03°) a levý kotník také svírá vyšší úhel (87,11°) na rozdíl od kopu přímým nártem (103,26°).

Fáze 6 dokončení pohybu. V závěrečné fázi se pohyb již srovnává a je velmi podobný s kopem přímým nártem. Výrazným znakem v této fázi ve srovnání s kopem přímým nártem je extenze v kyčli.

Tabulka 4 Úhly v kloubech v šesti popsanych fázích pohybu

Úhly – vnitřní strana	1	2	3	4	5	6
PK (°)	117,07	102,16	101,5	95,14	148,85	152,05
LK (°)	167,99	170,22	163,76	149,2	148,7	144,03
P KOT (°)	79,71	77,68	77,94	80,66	71,03	109,75
L KOT (°)	77,5	107,37	106,27	94,28	87,11	86,56
PB (°)	43,38	46,75	50,02	48,81	40,14	54,8
LB (°)	12,91	7,73	7,68	6,73	7,53	20,64
vychýlení ramen (°)	21,27	23,52	24,69	25,37	24,43	14,51

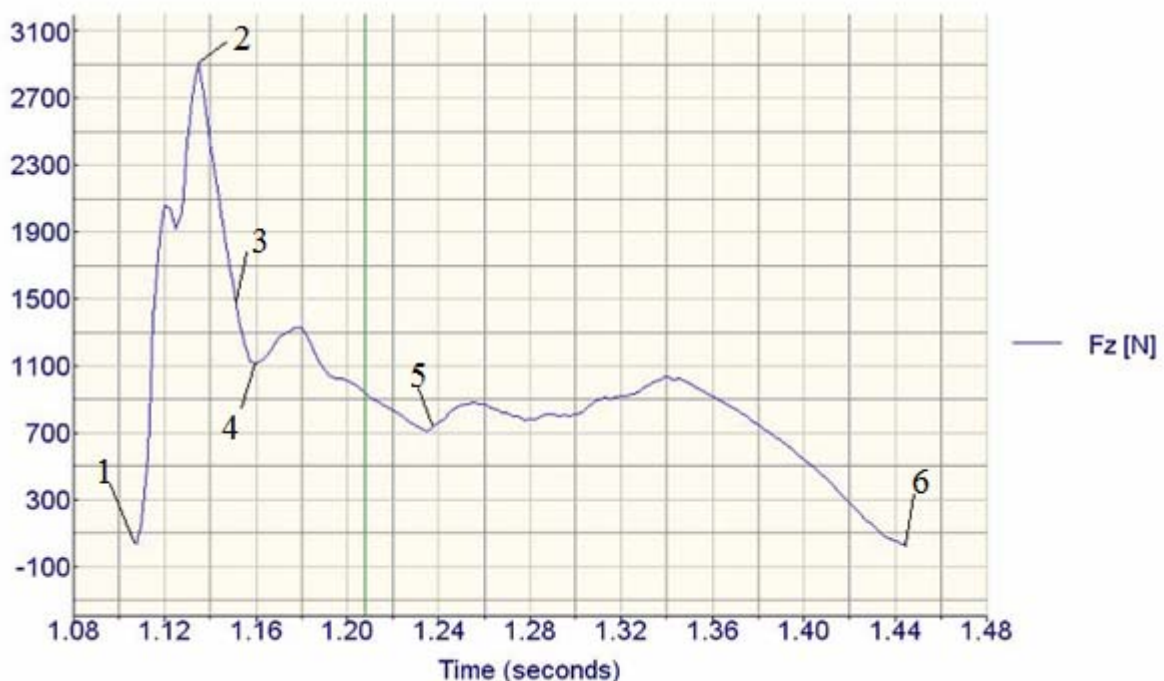
PK – pravé koleno, LK – levé koleno, P KOT – pravý kotník, L KOT – levý kotník,

PB – pravý bok, LB – levý bok

4.2.1. Grafy – na grafech je znázorněno všech šest předchozích fází kopu vnitřní stranou, které jsou popsány na obrázcích.

- 1) Fáze posledního kroku
- 2) Fáze došlapu celého chodidla
- 3) Fáze vyrovnávání boků
- 4) Fáze flexe stojné nohy
- 5) Fáze kontaktu s míčem – průběh kontaktu s míčem se na grafu stojné nohy projevuje mírným zvlněním
- 6) Fáze dokončení pohybu

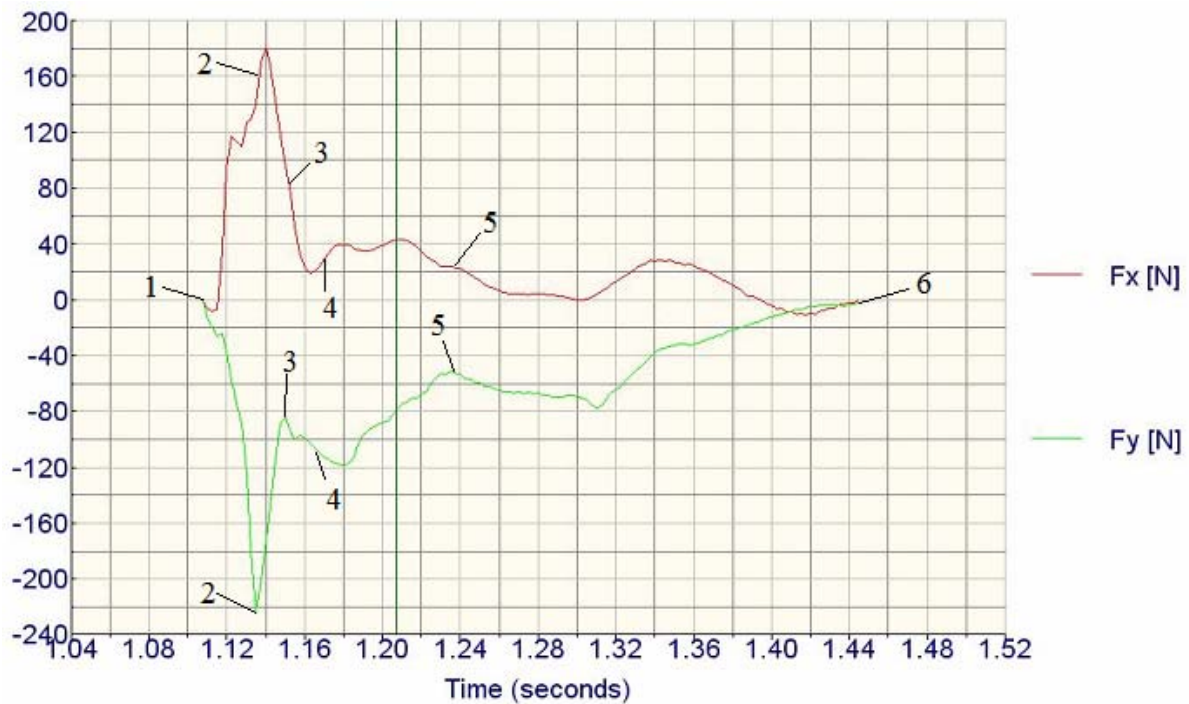
Graf 4 Osa z kop vnitřní stranou



Na grafu 4 je znázorněna křivka (osa z), která představuje sílu, kterou vyvíjí stojná noha při tlaku kolmo na podložku v závislosti na čase.

Na grafu 4 dochází stejně jako na grafu 1 k dosažení maximální síly v momentě došlapu stojné nohy na podložku (viz bod 2). Ve fázi vyrovnávání boků dochází ke konstantnímu snížení tlaku na podložku až do fáze flexe stojné nohy (viz bod 3). Jakmile se ve stojné noze zvyšuje flexe v kolenní, nastává nárůst působení síly (viz bod 4). Moment kontaktu s míčem se na stojné noze u kopu vnitřní stranou projevuje výraznějším nárůstem působení síly než u kopu přímým nártem (viz bod 5).

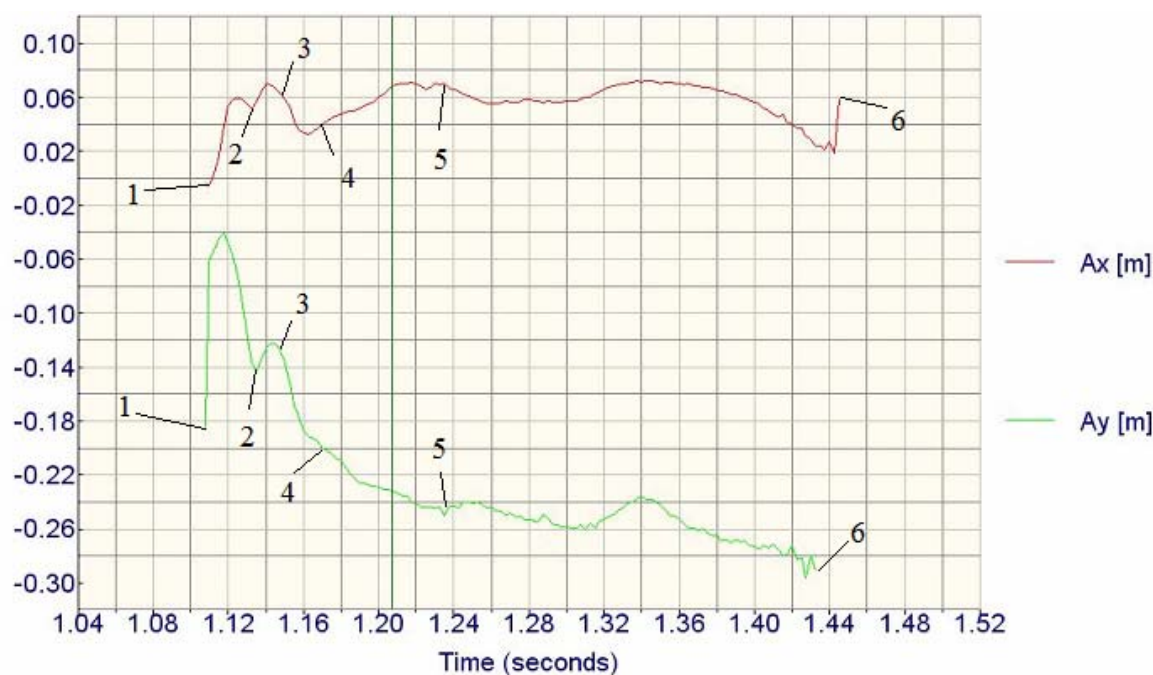
Graf 5 Osy x a y kop vnitřní stranou



Graf 5 představuje silové působení nohy do stran vzhledem k podložce. Červená křivka x ukazuje silové působení zevně či vnitřně (vlevo či vpravo) a zelená křivka y znázorňuje působení ve směru pohybu.

Na grafu 5 je patrné, že maximální působení při došlapu celého chodidla na ose y nastává nepatrně dříve (přesně o 0,0025 s) než na ose x (viz bod 2), zatímco při kopu přímým nártem nastává ve stejný čas. Vyrovnávání boků se na ose y projevuje opětovným zatížením v předozadní rovině, zatímco osa x zůstává v konstantním klesání působící síly (viz bod 3). Bod 4 neboli fáze flexe kolene stojné nohy se na obou osách projevuje zvýšením působení síly. Kontakt s míčem je na ose y zvýrazněn zvlněním, což se u kopu přímým nártem nevyskytuje (viz bod 5).

Graf 6 Osy x a y kop vnitřní stranou – vzdálenost



Graf 6 znázorňuje dráhu tlaku působícího na podložku. Červený graf x představuje dráhu zevně a vnitřně a zelený graf ukazuje dráhu vpřed a vzad

Graf x zobrazuje dráhu centra silového působení. V tomto případě se silové působení ve fázi došlapu pohybuje vlevo a po dokončení došlapu, kdy následuje vyrovnávání boků, se mění směr došlapu na opačnou stranu. Od fáze flexe stojné nohy se opětovně přesouvá do levé strany až do kontaktu s míčem a po kontaktu již zůstává na ustálené hladině. Graf y znázorňuje celkové působení ve směru pohybu.

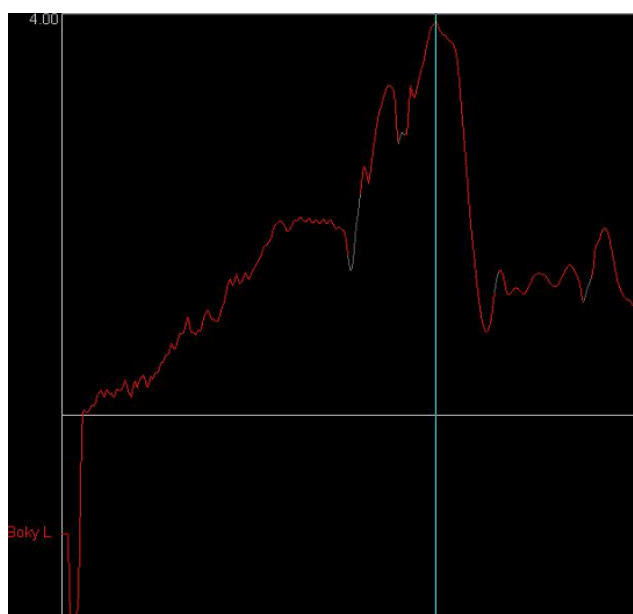
4.3. Kop přímým nártem – rychlost

Na obr. 16 je ukázáno v jaké fázi pohybu hráč dosahuje nejvyšší rychlosti. Nejvyšší rychlosti je dosaženo bezprostředně po přenosu levé nohy před pravou a následném odrazu nohy pravé. Graf 7 znázorňuje rychlost bodu reprezentující levý bok v m/s v průběhu celého pohybu (od začátku rozběhu až po ukončení pohybu po kopu do míče).

Obrázek 16 Odraz pravé nohy PN



Graf 7 Rychlost rozběhu PN



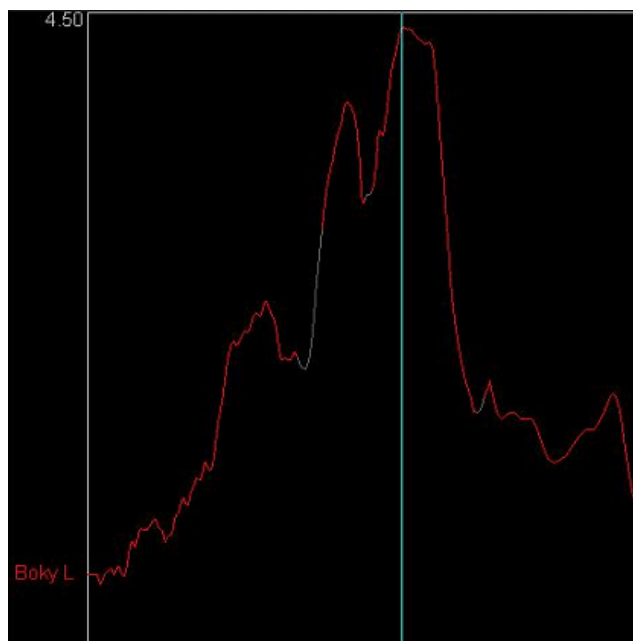
4.4. Kop vnitřní stranou - rychlost

Následující obrázek a graf znázorňují nejvyšší dosaženou rychlost pohybu, tentokrát, ale pro kop vnitřní stranou. Jak lze vidět, fáze pohybu je totožná s pohybem při kopu přímým nártem.

Obrázek 17 Odraz pravé nohy VS



Graf 8 Rychlost rozběhu VS

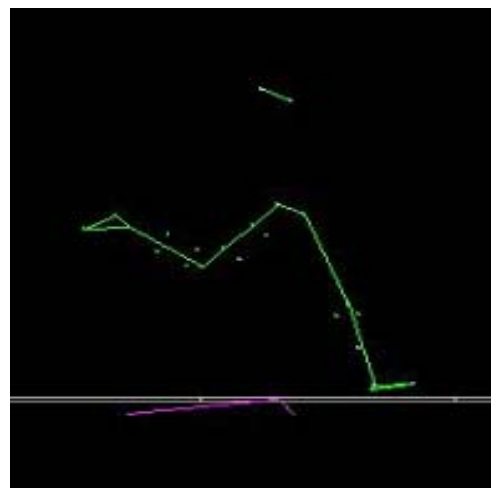
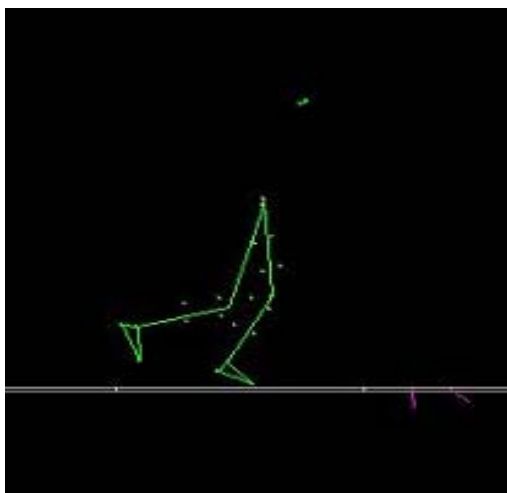


4.5. Kop přímým nártem – délka kroku před kopem

Na obrázku 18 je znázorněna dopadová pravá noha, která přechází v odraz a následuje poslední krok, před kopem do míče. Obrázek 19 již znázorňuje dopad stejné nohy na měřicí desku vedle míče.

Obrázek 18 Došlap pravé paty – přímý nárt;

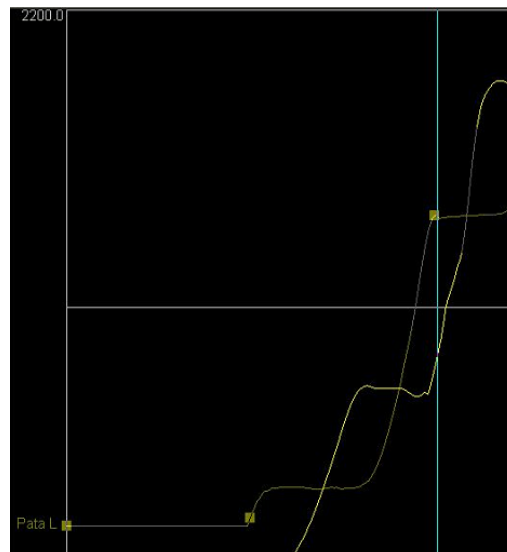
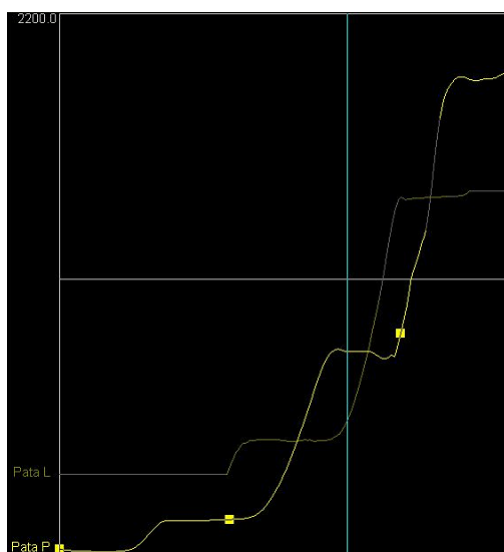
Obrázek 19 Došlap levé paty – přímý nárt



Grafy 9 a 10 znázorňují vzdálenost levé a pravé paty vzhledem k měřicí desce. Ze vzájemné vzdálenosti mezi pravou a levou patou ve fázích dopadu (viz obrázky 18 a 19) byla vypočítána délka posledního kroku před kopem.

Graf 9 Pravá pata – přímý nárt

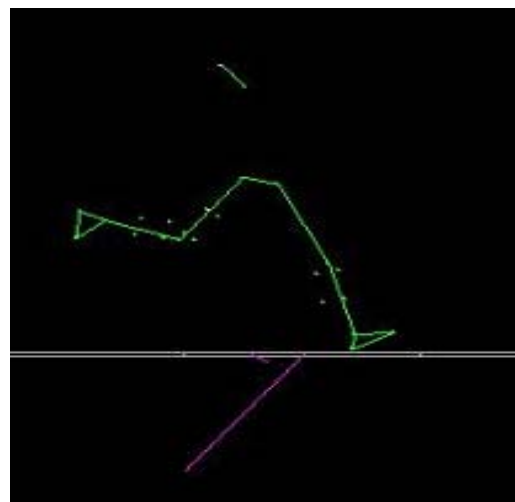
Graf 10 Levá pata – přímý nárt



4.6. Kop vnitřní stranou – dálka kroku před kopem

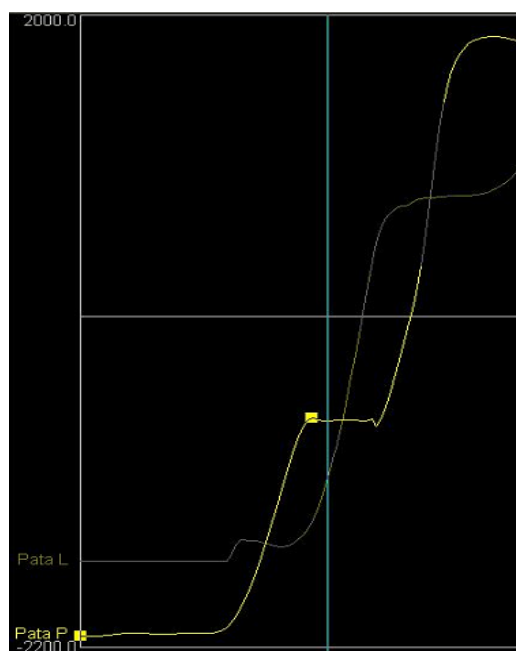
Stejně jako u kopu přímým nártem znázorňují obrázky 20 a 21 dopady pravé a následně levé nohy před kopem do míče. Fáze pohybu jsou totožné s kopem přímým nártem, jen závěrečná vzdálenost je různá.

Obrázek 20 Došlap pravé paty – vnitřní strana; Obrázek 21 Došlap levé paty – vnitřní strana

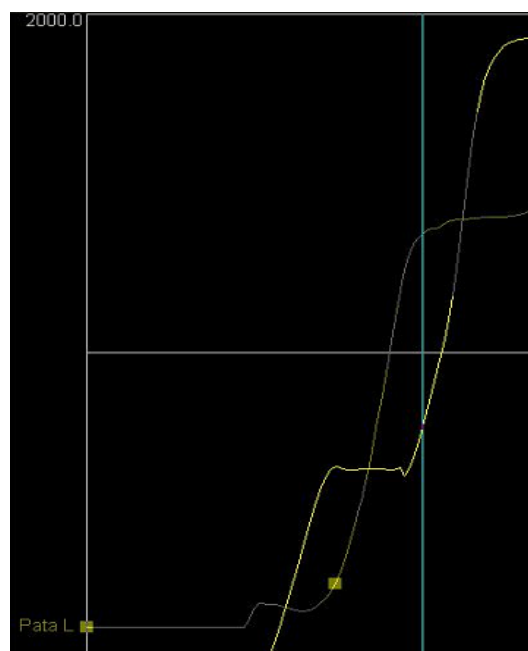


Grafy 11 a 12 znázorňují vzdálenost levé a pravé paty vzhledem k měřicí desce.

Graf 11 Pravá pata – vnitřní strana



Graf 12 Levá pata – vnitřní strana



5. Výsledková část

5.1. Popisy probandů

Tabulka 5 Přehled základních parametrů sledované skupiny

Proband	věk	výška	hmotnost	ECM/	% tuku	ATH
				/BCM		
	roky	mm	kg		%	kg
P.M.	19 (91)	1897	78,9	0,81	9,3	71,6
H.J.	18 (92)	1850	82			
C.N.	19 (91)	1914	86,9	0,74	11,7	76,7
M.M.	19 (91)	1788	71,2	0,72	10,1	64,0
Č.E.	19 (91)	1792	69,5	0,77	9,5	62,9
G.M.	19 (91)	1745	60,8	0,61	7,3	56,4
M.J.	18 (92)	1920	82			
Z.L.	16 (94)	1890	66			
M.P.	19 (91)	1913	80,3	0,77	9,6	72,6
V.F.	19 (91)	1826	75,9	0,63	10,6	67,8
J.J.	18 (92)	1772	68,9	0,71	9,8	62,2
K.M.	19 (91)	1820	73,5	0,64	9,8	66,3

ATH – aktivní tukuprostá hmota, ECM/BCM - poměr vnitro a mimo buněčné hmoty

Tuk - % celkového tělesného tuku

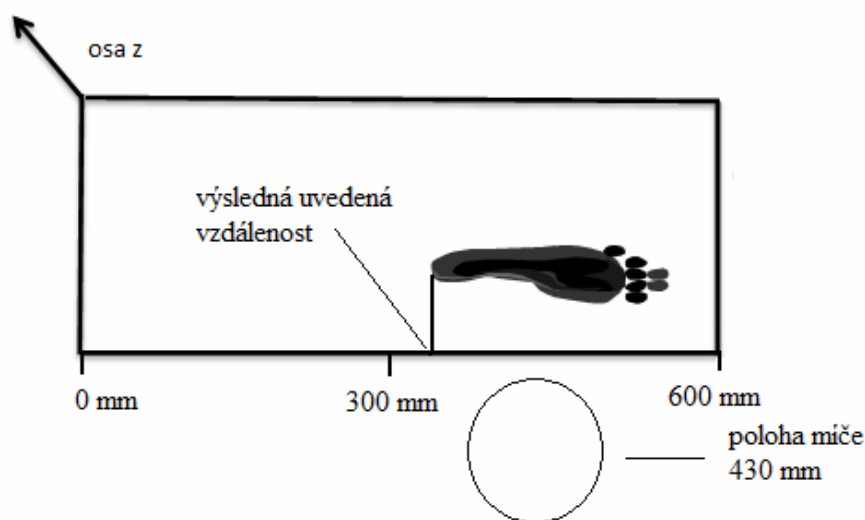
Tabulka 6 Přehled parametrů předcházející kop do míče

Proband	poslední krok PN	rychlost LB PN	vzdálenost stojné nohy od míče PN	poslední krok VS	rychlost LB VS	vzdálenost stojné nohy od míče VS
	mm	m/s	mm	mm	m/s	mm
P.M.	1770	4,085	529,6	1517,4	3,967	422,2
H.J.	1528,5	4,173	378,3	1522,6	4,485	325,4
C.N.	1395,8	3,787	440,8	1372	3,559	341,4
M.M.	1385,3	3,82	326	1479,5	3,972	452,3
Č.E.	1267,5	3,923	328,4	1397	4,404	445,6
G.M.	1265,9	4,26	396,9	1229	4,468	350,1
M.J.	1503	4,105	493,4	1460	3,77	513,1
Z.L.	1690,2	4,44	434	1595,8	4,109	510,7
M.P.	1563,2	3,865	399,4	1515,7	3,958	343,3
V.F.	1218,8	3,118	573,2	1132,3	3,215	304
J.J.	1079,6	3,383	422,1	1122,3	3,391	378,5
K.M.	1210	3,72	291,7	1066,9	3,119	313

PN – přímý nárt, LB – levý bok, VS – vnitřní strana

Tabulka 6 představuje vybrané parametry pro hodnocení pohybového projevu hráče. Vybrána byla délka posledního kroku, která představuje vzdálenost paty pravé (kopající dolní končetiny při posledním kontaktu se zemí) a paty levé (stojné dolní končetiny při prvním kontaktu se zemí). Pro hodnocení rychlosti rozběhu byla vybrána rychlost bodu reprezentujícího levý bok (umístěn na vnější straně velkého trochanteru) v okamžiku posledního kontaktu pravé dolní končetiny s podložkou (v té chvíli je hodnota rychlosti maximální). Dalším parametrem byla poloha stojné dolní končetiny od míče, která byla počítána jako vzdálenost polohy paty ke středu míče, resp. místu kontaktu míče s podložkou. Míč byl postaven vedle desky ve vzdálenosti 430mm (deska měří 600mm). Všichni hráči kopali ze stejného místa. Vybrané parametry jsou společné pro kop přímým nártem i kop vnitřní stranou.

Obrázek 22 Poloha míče a stojné nohy



Provedla se korelace naměřených hodnot v tabulce 6 a k těmto hodnotám jsme ještě přidali další hodnoty

- přesnou rychlost nejrychlejších kopů
- celkovou délku dopadu na podložku stojné nohy u nejrychlejšího kopu
- sílu působení na podložku stojné nohy u nejrychlejšího kopu
- hmotnost hráče

V tabulce korelace se projevilo, že rychlost míče při kopu přímým nártem dosáhla vysoké korelace s rychlostí míče při kopu vnitřní stranou ($r = 0,715$; $p < 0,01$). Dalším

zajímavým zjištěním bylo, že rychlost rozběhu u kopu přímým nártem opět vysoce korelovala s posledním krokem u kopu přímým nártem ($r = 0,668$; $p < 0,05$). Stejně jako u kopu přímým nártem, tak u kopu vnitřní stranou, byla vysoká korelace mezi rychlostí rozběhu a posledním krokem před kopem do míče ($r = 0,643$; $p < 0,05$). Další ukazatel korelace se objevil u celkové doby došlapu přímého nártu s celkovou dobou došlapu u kopu vnitřní stranou ($r = 0,742$; $p < 0,01$). Také maximální působící síla v ose **z** u kopu přímým nártem koreluje s maximální sílou na ose **z** u kopu vnitřní stranou ($r = 0,533$; $p > 0,05$). Hmotnost probanda je v korelaci s maximální působící sílou v ose **z** u kopu přímým nártem ($r = 0,624$; $p < 0,05$) dále hmotnost souvisí s rychlostí míče u kopu přímým nártem. ($r = 0,531$, $p > 0,05$).

Navíc se ukázalo, že u kopu vnitřní stranou dochází ke střední korelaci mezi vzdáleností dopadu stojné nohy vedle míče a s délkou posledního kroku ($r = 0,578$; $p < 0,05$). Střední korelace byla také změřena mezi celkovou dobou kontaktu u kopu přímým nártem a rychlostí míče u kopu přímým nártem ($r = 0,343$; $p > 0,05$).

Na druhou stranu je zajímavé, že korelace hodnot neprokázala významnější korelaci mezi rychlostí rozběhu a následnou rychlostí míče u kopu přímým nártem ($r = 0,061$; $p > 0,05$), zatímco u kopu vnitřní stranou dochází ke střední korelaci ($r = 0,473$; $p > 0,05$).

Nízkou korelaci má vztah mezi celkovou dobou došlapu u kopu vnitřní stranou a rychlostí míče vnitřní stranou ($r = 0,249$; $p > 0,05$). Vůbec se neprojevila korelace mezi působící sílou u obou provedení kopu v závislosti na rychlosti míče.

Tabulka 7 Rychlosti přímý nárt v km/hod

Proband	kop 1	kop 2	kop 3	Průměr	max	min	VAR
1	96,70	96,20	95,00	95,97	96,70	95,00	1,70
2	106,5	106	102,5	105,00	106,50	102,50	4,00
3	107,4	106,4	104,4	106,0667	107,4	104,4	3
4	93,9	92,3	90,9	92,37	93,90	90,90	3,00
5	101,5	99,5	99,2	100,07	101,50	99,20	2,30
6	101,2	100	99,2	100,13	101,20	99,20	2,00
7	104,1	102	101,4	102,50	104,10	101,40	2,70
8	98,9	95,3	90,8	95,00	98,90	90,80	8,10
9	103,6	102,5	102,2	102,77	103,60	102,20	1,40
10	102,1	101,5	101,1	101,57	102,10	101,10	1,00
11	99,5	98,1	97,8	98,47	99,50	97,80	1,70
12	94,8	94,2	91,8	93,60	94,80	91,80	3,00
celkové průměry	100,85	99,5	98,025	99,46	107,40	90,8	16,60

max – maximální dosažená hodnota, min – minimální dosažená hodnota, VAR – variační rozpětí

Tabulka 8 Rychlosti vnitřní strana v km/hod

Proband	kop 1	kop 2	kop 3	Průměr	max	min	VAR
1	88,1	86,8	79,8	84,9	88,1	79,8	8,3
2	103,1	102,9	100,9	102,3	103,1	100,9	2,2
3	92,5	92,3	91,6	92,13	92,50	91,60	0,90
4	85	83,4	82,8	83,73333	85	82,8	2,2
5	87,9	87,3	86,1	87,1	87,9	86,1	1,8
6	97,2	96,1	95,1	96,13333	97,2	95,1	2,1
7	94,3	94	93,6	93,96667	94,3	93,6	0,7
8	94,3	94,2	91,3	93,26667	94,3	91,3	3
9	101,2	100,5	99,6	100,4333	101,2	99,6	1,6
10	89,8	89,4	88,3	89,16667	89,8	88,3	1,5
11	91,8	91,7	89,8	91,1	91,8	89,8	2
12	85,2	85,1	84,7	85	85,2	84,7	0,5
celkové průměry	92,53333	91,975	90,3	91,60278	103,1	79,8	23,3

max – maximální dosažená hodnota, min – minimální dosažená hodnota, VAR – variační rozpětí

Poznámka autora: U následujícího popisu veškerých probandů je úmyslně přidána barevná tabulka pro lepší orientaci v textu a v popisech jednotlivých kopů. Při popisu jsou porovnávány tři nejrychlejší kopy probanda a jen výjimečně dochází k porovnávání probandů mezi sebou.

Tabulky za iniciálami probandů úzce souvisí s barevnou tabulkou. Jedná se o výsledkové tabulky rozdílů mezi měřenými vzdálenostmi – měřené hodnoty nejsou v přímém kontextu relevantní, jelikož noha při kopu nedopadala stále na totožné místo.

V barevných tabulkách jsou uvedeny symboly:

– **Pro vrchní dvě tabulky** – max – maximální dosažená hodnota, min – minimální dosažená hodnota, VAR – variační rozpětí, v – rychlost míče, t – celkový čas působení stojné nohy na podložku, t max z (x;y) – čas dosažení maximální hodnoty na ose z (x;y), F max z (x;y) – maximální dosažená síla na ose z (x;y)

– **Pro spodní dvě tabulky** – max – maximální dosažená hodnota, min – minimální dosažená hodnota, VAR – variační rozpětí, v – rychlost míče, s zač y;x – místo působení na začátku kontaktu stojné nohy s podložkou, t max y;x – čas dosažení maximální vzdálenosti, s max y;x – nejvyšší dosažená vzdálenost, t min y – čas dosažení minimální hodnoty, s min y – nejnižší

dosažená vzdálenost, $t_{konst\ x}$ – čas dosažení ustálené hodnoty, $s_{uh\ x}$ - vzdálenost, kdy je dosažena ustálená hodnota

Proband 1- P.M.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s_y (max-min) m	0,2148	0,2271	0,1463
t_y (max-min) s	0,0725	0,095	0,095
s_x (zač-max) m	0,0697	0,0576	0,0603
s_x (max-uh) m	0,0356	0,0311	0,0189
t_x (max-uh) s	0,035	0,0375	0,0275

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s_y (max-min) m	0,2948	0,3124	0,3503
t_y (max-min) s	0,105	0,1075	0,19
s_x (zač-max) m	0,0348	0,0652	0,0739
s_x (max-uh) m	0,0313	0,0195	0,0148
t_x (max-uh) s	0,0375	0,035	0,1475

s_y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose y , t_y (max-min) – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose y , s_x (zač-max) – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose x , s_x (max-uh) vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, t_x (max-uh) čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

M.P. patří do mužstva A dorostu Slávie Praha, která hraje nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband hraje na pozici útočníka a jedná se o leváka.

Přímý nárt

Přestože proband uvádí svou dominantní dolní končetinu levou, má velmi dobře zvládnutou techniku kopu i dolní pravou končetinou. Uvedené výsledky v tomto testování jsou jako u celé sledované skupiny pro pravou kopající dolní končetinu.

Nejrychlejší kop dosáhl nejvyšší síly na ose z a x . Vzhledem k ostatním kopům působil při nejrychlejším kopu přímým nártem na podložku nejvyšší silou na ose z a y a velmi vysokou na ose x . Celkový čas působení na podložku byl průměrný. Na ose y působil nejkratší čas od maxima do minima vzdálenosti a po velmi vysoké dráze vzhledem k času. Dále působil největší vzdáleností na ose x od začátku po maximální hodnotu v nejkratším čase.

Vnitřní strana

Nejrychlejší kop také působil průměrným časem, avšak ani na jedné ose nedosáhl nejvyšší síly.

Přímý nárt - vnitřní strana

Kopy přímým nártem dosahovaly vyšších rychlostí než kopy vnitřní stranou a došlap nohy trval kratší čas. Na druhou stranu průměrná síla na ose z byla výrazně vyšší u kopu

vnitřní stranou. Zajímavým zjištěním je, že proband působil výrazně vyšší průměrnou silou na ose y u kopu vnitřní stranou než u kopu přímým nártem.

Tabulka 9 Vybrané parametry probanda 1 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
P.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	96,70	96,20	95,00	95,97	96,70	95,00	1,70
t (s)	0,35	0,47	0,24	0,35	0,47	0,24	0,23
t max z (s)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Fmax z (N)	3031,40	2908,20	2815,60	2918,40	3031,40	2815,60	215,80
tmax x (s)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
Fmax x (N)	170,00	173,10	168,00	170,37	173,10	168,00	5,10
tmax y (s)	0,03	0,06	0,04	0,04	0,06	0,03	0,03
Fmax y (N)	-139,10	-103,40	-92,10	-111,53	-92,10	-139,10	47,00
Vnitřní strana nohy							
P.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	88,1	86,8	79,8	84,9	88,1	79,8	8,3
t (s)	0,605	0,4975	0,9375	0,68	0,9375	0,4975	0,44
t max z (s)	0,015	0,01	0,01	0,011667	0,015	0,01	0,005
Fmax z (N)	2709,3	3310,1	3575,4	3198,267	3575,4	2709,3	866,1
tmax x (s)	0,0325	0,0325	0,03	0,031667	0,0325	0,03	0,0025
Fmax x (N)	127,5	129	103,9	120,1333	129	103,9	25,1
tmax y (s)	0,07	0,065	0,0625	0,065833	0,07	0,0625	0,0075
Fmax y (N)	-109,2	-120,2	-152,5	-127,3	-109,2	-152,5	43,3
Přímý nárt							
P.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	96,7	96,2	95	95,97	96,70	95,00	1,70
s zač y (m)	-0,185	-0,0523	0	-0,08	0,00	-0,19	0,19
s zač x (m)	-0,0331	0,0038	0	-0,01	0,00	-0,03	0,04
t max y (s)	0,0025	0,0025	0,0075	0,00	0,01	0,00	0,01
s max y (m)	-0,0518	-0,0154	-0,094	-0,05	-0,02	-0,09	0,08
t min y (s)	0,075	0,0975	0,1025	0,09	0,10	0,08	0,03
s min y (m)	-0,2666	-0,2425	-0,2403	-0,25	-0,24	-0,27	0,03
t max x (s)	0,02	0,02	0,015	0,02	0,02	0,02	0,01
s max x (m)	0,0366	0,0614	0,0603	0,05	0,06	0,04	0,02
t uh x (s)	0,055	0,0575	0,0425	0,05	0,06	0,04	0,02
s uh x (m)	0,001	0,0303	0,0414	0,02	0,04	0,00	0,04
Vnitřní strana nohy							
P.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	88,1	86,8	79,8	84,90	88,10	79,80	8,30
s zač y (m)	0	-0,0137	0,0449	0,01	0,04	-0,01	0,06
s zač x (m)	0	-0,0141	0,015	0,00	0,02	-0,01	0,03
t max y (s)	0,0075	0,0025	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
s max y (m)	-0,26	-0,2613	-0,2614	-0,26	-0,26	-0,26	0,00
t min y (s)	0,1125	0,11	0,2	0,14	0,20	0,11	0,09
s min y (m)	0,0348	0,0511	0,0889	0,06	0,09	0,03	0,05
t max x (s)	0,03	0,0225	0,05	0,03	0,05	0,02	0,03
s max x (m)	0,0348	0,0511	0,0889	0,06	0,09	0,03	0,05

t uh x (s)	0,0675	0,0575	0,1975	0,11	0,20	0,06	0,14
s uh x (m)	0,0035	0,0316	0,0741	0,04	0,07	0,00	0,07

Proband 2 - H.J.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2509	0,2485	0,227
t y (max-min) s	0,1075	0,1725	0,1325
s x (zač-max) m	0,0416	0,0424	0,0202
s x (max-uh) m	0,0399	0,0267	0,031
t x (max-uh) s	0,045	0,055	0,02

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,30883	0,255	0,2401
t y (max-min) s	0,215	0,1625	0,2125
s x (zač-max) m	0,115	0,0673	0,0413
s x (max-uh) m	0,0292	0,0437	0,0239
t x (max-uh) s	0,035	0,035	0,03

s y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose *y*, *t y (max-min)* – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose *y*, *s x (zač-max)* – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose *x*, *s x (max-uh)* vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, *t x (max-uh)* čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

J.H. je členem mužstva B dorostu Slávie Praha, která hraje druhou nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Jan zastává post brankaře a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Nejrychlejší kop probanda přímým nártem dosáhl hodnoty 106,5 km/hod. a byl to druhý nejrychlejší naměřený kop ze všech dvanácti probandů. Pokud se podíváme na časy a síly, tak proband působil při nejrychlejším kopu nejvyššími silami na všech třech osách. Nejkratších časů dosáhl na ose *x* a *y*, zatímco celkový čas a čas na ose *z* se pohyboval kolem průměru. U kopu přímým nártem dosáhl také nejvyššího rozpětí od maxima kopu po minimum v nejkratším čase na ose *y*.

Vnitřní strana

U kopu vnitřní stranou byl probandovi naměřen nejrychlejší kop ze všech měřených probandů a to 103,1 km/hod. Tento kop dosahoval opět nejvyšších silových hodnot na všech třech osách, tentokrát však ne za nejkratší čas – vzhledem k ostatním kopům. Čas byl ovšem relativně krátký. Nejkratšího času dosáhl u maximální hodnoty na ose *y* (0,0325 s), zatímco druhý nejrychlejší kop dosáhl téměř dvojnásobného času (0,0625 s). Na ose *y* (z maximální hodnoty do minimální) překonal nejdelší vzdálenost a dosáhl nejvyššího nárůstu vzdálenosti na ose *x* (od začátku po maximální hodnotu).

Přímý nárt - vnitřní strana

Pokud se podíváme na rozdíl mezi kopem přímým nártem a kopem vnitřní stranou, tak kopy vnitřní stranou nedosahují stejných sil ani rychlostí jako kopy přímým nártem, avšak velmi se daným hodnotám přibližují. Průměrná hodnota celkového času, kdy noha působila na podložku, je u tří nejrychlejších kopů vnitřním nártem nižší než u kopů přímým nártem. Co se týče vzdáleností, pak na ose y dosahoval kop vnitřní stranou delší dráhy než kop přímým nártem, ale stejná nohy působila znatelně déle.

Tabulka 10 Vybrané parametry probanda 2 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
H.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	106,5	106	102,5	105,00	106,50	102,50	4,00
t (s)	0,7025	0,785	0,555	0,68	0,79	0,56	0,23
t max z (s)	0,025	0,027	0,0125	0,02	0,03	0,01	0,01
Fmax z (N)	2613,1	2463	2424,7	2500,27	2613,10	2424,70	188,40
tmax x (s)	0,03	0,0325	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
Fmax x (N)	245,5	197,7	199,9	214,37	245,50	197,70	47,80
tmax y (s)	0,025	0,0275	0,0775	0,04	0,08	0,03	0,05
Fmax y (N)	-219	-180,7	-166,7	-188,80	-166,70	-219,00	52,30
Vnitřní strana							
H.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	103,1	102,9	100,9	102,3	103,1	100,9	2,2
t (s)	0,5475	0,56	0,485	0,530833	0,56	0,485	0,075
t max z (s)	0,3	0,03	0,0125	0,114167	0,3	0,0125	0,2875
Fmax z (N)	2457,4	2280,2	2341,3	2359,633	2457,4	2280,2	177,2
tmax x (s)	0,35	0,035	0,015	0,133333	0,35	0,015	0,335
Fmax x (N)	185,1	171,7	178,2	178,3333	185,1	171,7	13,4
tmax y (s)	0,0325	0,0625	0,08	0,058333	0,08	0,0325	0,0475
Fmax y (N)	-211,7	-177,2	-157	-181,967	-157	-211,7	54,7
Přímý nárt							
H.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	106,5	106	102,5	105,00	106,50	102,50	4,00
s zač y (m)	-0,0257	-0,0348	-0,0178	-0,03	-0,02	-0,03	0,02
s zač x (m)	-0,1011	-0,1044	-0,0818	-0,10	-0,08	-0,10	0,02
t max y (s)	0,03	0,0075	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02
s max y (m)	-0,0257	-0,0156	0,0035	-0,01	0,00	-0,03	0,03
t min y (s)	0,1375	0,18	0,1425	0,15	0,18	0,14	0,04
s min y (m)	-0,2766	-0,2641	-0,2235	-0,25	-0,22	-0,28	0,05
t max x (s)	0,03	0,0175	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01
s max x (m)	-0,0595	-0,062	-0,0616	-0,06	-0,06	-0,06	0,00
t uh x (s)	0,075	0,0725	0,05	0,07	0,08	0,05	0,03
s uh x (m)	-0,0994	-0,0887	-0,0926	-0,09	-0,09	-0,10	0,01

Vnitřní strana							
H.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	103,1	102,9	100,9	102,30	103,10	100,90	2,20
s zač y (m)	-0,0627	-0,0594	0,0231	-0,03	0,02	-0,06	0,09
s zač x (m)	-0,1017	0,0184	-0,0416	-0,04	0,02	-0,10	0,12
t max y (s)	0,005	0,0075	0,0075	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	0,02653	-0,0195	0,0625	0,02	0,06	-0,02	0,08
t min y (s)	0,22	0,17	0,22	0,20	0,22	0,17	0,05
s min y (m)	-0,2823	-0,2745	-0,1776	-0,24	-0,18	-0,28	0,10
t max x (s)	0,0225	0,02	0,0225	0,02	0,02	0,02	0,00
s max x (m)	0,0133	-0,0489	-0,0003	-0,01	0,01	-0,05	0,06
t uh x (s)	0,0575	0,055	0,0525	0,06	0,06	0,05	0,01
s uh x (m)	-0,0159	-0,0052	-0,0242	-0,02	-0,01	-0,02	0,02

Proband 3 - C.N.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,1946	0,161	0,1872
t y (max-min) s	0,1025	0,115	0,115
s x (zač-max) m	0,0888	0,0673	0,0661
s x (max-uh) m	0,0189	0,0159	0,02
t x (max-uh) s	0,0175	0,02	0,0175

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,1921	0,1838	0,2483
t y (max-min) s	0,1325	0,1275	0,1875
s x (zač-max) m	0,0006	0,0472	0,0738
s x (max-uh) m	0,0063	0,0044	0,0176
t x (max-uh) s	0,0125	0,025	0,0175

s y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose y, *t y (max-min)* – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose y, *s x (zač-max)* – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose x, *s x (max-uh)* vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, *t x (max-uh)* čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

N.C. pochází z Kanady a patří do mužstva A dorostu Slávie Praha, která hraje nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband hraje na pozici útočníka a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Nejrychlejší kop probanda byl nejrychlejší ze všech měřených probandů a dosáhl rychlosti 107,4 km/hod. Při nejrychlejším kopu působila noha na desku nejkratší celkový čas a nejvyšší silou ve všech třech osách ze tří nejrychlejších kopů. Dokonce i dosažení maximálních hodnot na všech třech osách proběhlo v nejkratších časech. Pokud se podíváme na vzdálenosti, tak se dostal z maxima do minima na ose y v nejkratším čase a po nejdelší

dráze. Na ose x dosáhl maximální hodnoty od začátku kopu po nejdelší dráze. Z maximální hodnoty do hodnoty konstantní na ose x působil jak po nejdelší dráze tak i nejrychlejším časem.

Vnitřní strana

Během nejrychlejšího kopu vnitřní stranou byl čas působení nohy na podložku nejkratší, avšak nejvyšší síly dosáhl jen na ose y. Na ose z síla přesáhla průměrnou hodnotu. Zajímavé je, že druhý nejrychlejší kop, který byl pouze o dvě desetiny km/hod pomalejší, měl výrazně pomalejší dosažení maximálních hodnot na osách z a y. Velmi zvláštní zůstává nárůst hodnoty ve vzdálenostech na ose x od začátku po maximum, který byl minimální.

Přímý nárt - vnitřní strana

V porovnání provedení kopů byly hodnoty rychlostí u kopu vnitřní stranou výrazně nižší i celkový čas působení stojné nohy na desku je celkově vyšší a také zapojení sil na všech třech osách je nižší u kopu vnitřní stranou. Časová hodnota dosažení vzdálenosti na ose y od maxima po minimum je vyšší u kopu vnitřní stranou než u kopu přímým nártem, zatímco dráha je podobná.

Tabulka 11 Vybrané parametry probanda 3 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
C.N.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	107,4	106,4	104,4	106,07	107,40	104,40	3,00
t (s)	0,2225	0,23	0,2325	0,23	0,23	0,22	0,01
t max z (s)	0,025	0,035	0,025	0,03	0,04	0,03	0,01
Fmax z (N)	3057	2573,6	2607,8	2746,13	3057,00	2573,60	483,40
tmax x (s)	0,03	0,035	0,0325	0,03	0,04	0,03	0,01
Fmax x (N)	195,6	164,9	156,4	172,30	195,60	156,40	39,20
tmax y (s)	0,0525	0,0625	0,0525	0,06	0,06	0,05	0,01
Fmax y (N)	-175,8	-143,8	-164,9	-161,50	-143,80	-175,80	32,00
Vnitřní strana							
C.N.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	92,5	92,3	91,6	92,13333	92,5	91,6	0,9
t (s)	0,315	0,3375	0,325	0,325833	0,3375	0,315	0,0225
t max z (s)	0,0325	0,0975	0,03	0,053333	0,0975	0,03	0,0675
Fmax z (N)	2024	1863,4	2142,7	2010,033	2142,7	1863,4	279,3
tmax x (s)	0,0375	0,0325	0,035	0,035	0,0375	0,0325	0,005
Fmax x (N)	90,1	83,7	111,2	95	111,2	83,7	27,5
tmax y (s)	0,0775	0,09	0,065	0,0775	0,09	0,065	0,025

Fmax y (N)	-123,8	-101,6	-103,4	-109,6	-101,6	-123,8	22,2
------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------

Přímý nárt

C.N.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	107,4	106,4	104,4	106,07	107,40	104,40	3,00
s zač y (m)	-0,083	-0,133	-0,0641	-0,09	-0,06	-0,13	0,07
s zač x (m)	-0,0991	-0,0397	-0,0533	-0,06	-0,04	-0,10	0,06
t max y (s)	0,0075	0,0075	0,005	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	-0,042	-0,0799	-0,0496	-0,06	-0,04	-0,08	0,04
t min y (s)	0,11	0,1225	0,12	0,12	0,12	0,11	0,01
s min y (m)	-0,2366	-0,2409	-0,2368	-0,24	-0,24	-0,24	0,00
t max x (s)	0,0325	0,0375	0,0325	0,03	0,04	0,03	0,01
s max x (m)	-0,0103	0,0276	0,0128	0,01	0,03	-0,01	0,04
t uh x (s)	0,05	0,0575	0,05	0,05	0,06	0,05	0,01
s uh x (m)	-0,0292	0,0117	-0,0072	-0,01	0,01	-0,03	0,04

Vnitřní strana

C.N.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	92,5	92,3	91,6	92,13	92,50	91,60	0,90
s zač y (m)	0,0088	-0,0143	0,0643	0,02	0,06	-0,01	0,08
s zač x (m)	0,0311	0,0127	-0,0055	0,01	0,03	-0,01	0,04
t max y (s)	0,0075	0,015	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
s max y (m)	0,0372	0,0099	0,0612	0,04	0,06	0,01	0,05
t min y (s)	0,14	0,1425	0,2075	0,16	0,21	0,14	0,07
s min y (m)	-0,1549	-0,1739	-0,1871	-0,17	-0,15	-0,19	0,03
t max x (s)	0,04	0,03	0,0375	0,04	0,04	0,03	0,01
s max x (m)	0,0317	0,0599	0,0683	0,05	0,07	0,03	0,04
t uh x (s)	0,0525	0,055	0,055	0,05	0,06	0,05	0,00
s uh x (m)	0,0254	0,0555	0,0507	0,04	0,06	0,03	0,03

Proband 4 - M.M.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,1968	0,1958	0,1859
t y (max-min) s	0,1275	0,125	0,12
s x (zač-max) m	0,0696	0,0785	0,0794
s x (max-uh) m	0,0349	0,0271	0,0328
t x (max-uh) s	0,02	0,0275	0,015

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,1886	0,1648	0,232
t y (max-min) s	0,11	0,11	0,2
s x (zač-max) m	0,058	0,1317	0,0859
s x (max-uh) m	0,0183	0,037	0,0016
t x (max-uh) s	0,03	0,0275	0,0325

s_y (*max-min*) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose y , t_y (*max-min*) – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose y , s_x (*zač-max*) – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose x , s_x (*max-uh*) vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, t_x (*max-uh*) čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

M.M. je původem ze Slovenska, kde reprezentuje mládežnickou kategorii U19. Proband patří do mužstva A dorostu Slávie Praha, která hraje nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband hraje na pozici krajního levého obránce či záložníka a jedná se o leváka.

Přímý nárt

Přestože proband uvádí svoji dominantní dolní končetinu levou, má velmi dobře zvládnutou techniku kopu i dolní končetinu pravou. Uvedené výsledky v tomto testování jsou jako u celé sledované skupiny pro pravou kopající dolní končetinu.

Nejrychlejší kop probanda dosáhl nejvyšších silových hodnot na ose z a x . Na druhou stranu dopadová fáze nohy trvala nejdelší dobu a síla na ose y byla také nejnižší ze tří nejrychlejších kopů. Na ose y působil po nejdelší dráze za sice nejdelší čas, ale pouze o 0,0025 s vzhledem k druhému nejrychlejšímu kopu. Podobně tomu tak je i na ose x , kde je patrná velká dráha z maximální výchyly do ustálené hodnoty.

Vnitřní strana

Kop s nejvyšší rychlostí opět dosahoval nejvyšších silových hodnot na všech třech osách v nejkratším celkovém čase. Dosažení maximální hodnoty bylo na ose z v nejdelším čase a na ose y se pohybovalo také pod průměrem jeho tří nejrychlejších kopů. Maximální vzdálenosti na ose y bylo dosaženo v nejkratším čase a následně poté také minimální hodnoty, která působila po dlouhé dráze vzhledem k času.

Přímý nárt - vnitřní strana

Dosažené výsledné rychlosti jsou u kopu přímým nártem vyšší v průměru o 10 km/hod, čemuž odpovídají dosažené silové hodnoty na všech třech osách, které převýšily hodnoty kopu vnitřní stranou. Časové hodnoty celkového působení na podložku byly porovnatelné, dokonce u kopu přímým nártem mírně vyšší (v průměru o 0,005 s). Při kopu přímým nártem také překonal delší vzdálenost na ose y z maximální hodnoty do minimální a na ose x se dostal od začátku kopu do maxima po delší dráze za kratší čas.

Tabulka 12 Vybrané parametry probanda 4 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
M.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	93,9	92,3	90,9	92,37	93,90	90,90	3,00
t (s)	0,3075	0,27	0,2825	0,29	0,31	0,27	0,04
t max z (s)	0,0125	0,0125	0,0125	0,01	0,01	0,01	0,00
Fmax z (N)	2723,2	1993,8	2711	2476,00	2723,20	1993,80	729,40
tmax x (s)	0,0175	0,025	0,0175	0,02	0,03	0,02	0,01
Fmax x (N)	161,5	133	160,1	151,53	161,50	133,00	28,50
tmax y (s)	0,06	0,0825	0,06	0,07	0,08	0,06	0,02
Fmax y (N)	-81,1	-106,7	-104,9	-97,57	-81,10	-106,70	25,60
Vnitřní strana							
M.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	85	83,4	82,8	83,73333	85	82,8	2,2
t (s)	0,255	0,28	0,32	0,285	0,32	0,255	0,065
t max z (s)	0,0175	0,015	0,0125	0,015	0,0175	0,0125	0,005
Fmax z (N)	1795	1677,8	1576,6	1683,133	1795	1576,6	218,4
tmax x (s)	0,025	0,025	0,1225	0,0575	0,1225	0,025	0,0975
Fmax x (N)	86,6	66	58,1	70,23333	86,6	58,1	28,5
tmax y (s)	0,0525	0,06	0,0205	0,044333	0,06	0,0205	0,0395
Fmax y (N)	-74,4	-57,9	-49	-60,4333	-49	-74,4	25,4
Přímý nárt							
M.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	93,9	92,3	90,9	92,37	93,90	90,90	3,00
s zač y (m)	0,0058	-0,0076	-0,0895	-0,03	0,01	-0,09	0,10
s zač x (m)	-0,1067	-0,0617	-0,1846	-0,12	-0,06	-0,18	0,12
t max y (s)	0,0025	0,0025	0,005	0,00	0,01	0,00	0,00
s max y (m)	0,0192	0,0159	-0,086	-0,02	0,02	-0,09	0,11
t min y (s)	0,13	0,1275	0,125	0,13	0,13	0,13	0,01
s min y (m)	-0,1776	-0,1799	-0,2719	-0,21	-0,18	-0,27	0,09
t max x (s)	0,02	0,0225	0,025	0,02	0,03	0,02	0,01
s max x (m)	-0,0371	0,0168	-0,1052	-0,04	0,02	-0,11	0,12
t uh x (s)	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,01
s uh x (m)	-0,072	-0,0103	-0,138	-0,07	-0,01	-0,14	0,13
Vnitřní strana							
M.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	85	83,4	82,8	83,73	85,00	82,80	2,20
s zač y (m)	-0,1026	-0,0636	0,061	-0,04	0,06	-0,10	0,16
s zač x (m)	-0,0747	-0,0327	-0,1248	-0,08	-0,03	-0,12	0,09
t max y (s)	0,0025	0,0125	0,015	0,01	0,02	0,00	0,01
s max y (m)	-0,0733	-0,0386	0,0623	-0,02	0,06	-0,07	0,14
t min y (s)	0,1125	0,1225	0,215	0,15	0,22	0,11	0,10
s min y (m)	-0,2619	-0,2034	-0,1697	-0,21	-0,17	-0,26	0,09
t max x (s)	0,02	0,0275	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01
s max x (m)	-0,0167	0,099	-0,0389	0,01	0,10	-0,04	0,14
t uh x (s)	0,05	0,055	0,0625	0,06	0,06	0,05	0,01
s uh x (m)	-0,035	0,062	-0,0373	0,00	0,06	-0,04	0,10

Proband 5 - Č.E.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2739	0,2685	0,269
t y (max-min) s	0,2925	0,29	0,3025
s x (zač-max) m	0,08445	0,0872	0,0987
s x (max-uh) m	0,09355	0,0303	0,0401
t x (max-uh) s	0,02	0,023	0,015

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2599	0,22	0,2378
t y (max-min) s	0,225	0,2525	0,325
s x (zač-max) m	0,12	0,074	0,0903
s x (max-uh) m	0,0367	0,0358	0,0398
t x (max-uh) s	0,0375	0,0175	0,0175

s y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose *y*, *t y (max-min)* – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose *y*, *s x (zač-max)* – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose *x*, *s x (max-uh)* – vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, *t x (max-uh)* – čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

E.Č. patří do mužstva A dorostu Slávie Praha, která hraje nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband hraje na pozici pravého krajního záložníka a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Nejrychlejší kop přímým nártem u probanda dosáhl nejkratšího naměřeného času, také dosažení maximálních hodnot ve všech třech osách proběhlo v nejkratších časech. Působení síly bylo nejvyšší na ose *x* (o 6 N), zatímco síla na ose *z* patřila k průměrným a na ose *y* dokonce k nízkým. Na ose *y* z maximální vzdálenosti po minimální působil po nejdelší dráze za téměř nejkratší čas (pouze o 0,0025 s delší) a také na ose *x* po výrazně nejdelší dráze z maxima na konstantní hladinu.

Vnitřní strana

U nejrychlejšího kopu vnitřní stranou patřily veškeré hodnoty k těm nejvýraznějším – kop byl proveden v nejkratším čase za působení nejvyšších sil na všech třech osách. Pouze dosažení maximálních hodnot na všech osách patřilo k průměrným. Na ose *y* působil po nejdelší dráze v nejkratším čase. Měl také výrazně delší dráhu od začátku po maximální hodnotu na ose *x*.

Přímý nárt - vnitřní strana

Porovnání kopu přímým nártem a vnitřní stranou je u tohoto probanda celkem zajímavé. Silové hodnoty jsou velmi podobné ne-li dokonce vyšší u kopu vnitřním nártem hlavně na ose *y*. Při porovnání nejrychlejších kopů je viditelný rozdíl v maximální síle na ose *z*, kdy kop vnitřní stranou byl o 275,1 N vyšší. Naopak rychlosti u kopu přímým nártem jsou jednoznačně vyšší a také časový kontakt s měřicí podložkou byl výrazně kratší. Přímým nártem na ose *y* působil po relativně vyšší dráze než při kopu vnitřní stranou.

Tabulka 13 Vybrané parametry probanda 5 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
Č.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	101,5	99,5	99,2	100,07	101,50	99,20	2,30
t (s)	0,31	0,3175	0,3225	0,32	0,32	0,31	0,01
t max z (s)	0,0225	0,0225	0,0225	0,02	0,02	0,02	0,00
Fmax z (N)	2697	2629,2	2807,8	2711,33	2807,80	2629,20	178,60
tmax x (s)	0,025	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01
Fmax x (N)	207	201,7	199,2	202,63	207,00	199,20	7,80
tmax y (s)	0,025	0,025	0,025	0,03	0,03	0,03	0,00
Fmax y (N)	-142,8	-165,4	-206,4	-171,53	-142,80	-206,40	63,60
Vnitřní strana							
Č.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	87,9	87,3	86,1	87,1	87,9	86,1	1,8
t (s)	0,3375	0,3875	0,4025	0,375833	0,4025	0,3375	0,065
t max z (s)	0,0275	0,03	0,025	0,0275	0,03	0,025	0,005
Fmax z (N)	2904,3	2611,7	2724,5	2746,833	2904,3	2611,7	292,6
tmax x (s)	0,0325	0,035	0,03	0,0325	0,035	0,03	0,005
Fmax x (N)	181,1	157,2	181	173,1	181,1	157,2	23,9
tmax y (s)	0,0275	0,03	0,025	0,0275	0,03	0,025	0,005
Fmax y (N)	-223,9	-181,2	-183,8	-196,3	-181,2	-223,9	42,7
Přímý nárt							
Č.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	101,5	99,5	99,2	100,07	101,50	99,20	2,30
s zač y (m)	-0,0187	-0,0052	-0,0236	-0,02	-0,01	-0,02	0,02
s zač x (m)	-0,02	-0,0063	-0,0659	-0,03	-0,01	-0,07	0,06
t max y (s)	0,01	0,0075	0,0075	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	-0,0077	-0,0002	0,0239	0,01	0,02	-0,01	0,03
t min y (s)	0,3025	0,2975	0,31	0,30	0,31	0,30	0,01
s min y (m)	-0,2816	-0,2687	0,2929	-0,09	0,29	-0,28	0,57
t max x (s)	0,03	0,03	0,0325	0,03	0,03	0,03	0,00
s max x (m)	0,06445	0,0809	0,0328	0,06	0,08	0,03	0,05
t uh x (s)	0,05	0,053	0,0475	0,05	0,05	0,05	0,01
s uh x (m)	-0,0291	0,0506	-0,0073	0,00	0,05	-0,03	0,08
Vnitřní strana							
Č.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	87,9	87,3	86,1	87,10	87,90	86,10	1,80
s zač y (m)	0	-0,184	-0,0149	-0,07	0,00	-0,18	0,18
s zač x (m)	0	-0,0047	-0,0088	0,00	0,00	-0,01	0,01
t max y (s)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	-0,0042	-0,041	0,0064	-0,01	0,01	-0,04	0,05
t min y (s)	0,235	0,2625	0,335	0,28	0,34	0,24	0,10
s min y (m)	-0,2641	-0,261	-0,2314	-0,25	-0,23	-0,26	0,03
t max x (s)	0,02	0,035	0,035	0,03	0,04	0,02	0,02
s max x (m)	0,12	0,0693	0,0815	0,09	0,12	0,07	0,05
t uh x (s)	0,0575	0,0525	0,0525	0,05	0,06	0,05	0,01
s uh x (m)	0,0833	0,0335	0,0417	0,05	0,08	0,03	0,05

Proband 6 - G.M.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2017	0,1979	0,192
t y (max-min) s	0,1625	0,1675	0,1475
s x (zač-max) m	0,0544	0,0547	0,052
s x (max-uh) m	0,0098	0,0134	0,0299
t x (max-uh) s	0,015	0,015	0,02

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,198	0,1492	0,2045
t y (max-min) s	0,135	0,125	0,1675
s x (zač-max) m	0,065	0,0529	0,0485
s x (max-uh) m	0,0112	0,0117	0,0154
t x (max-uh) s	0,01	0,015	0,015

s y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose *y*, *t y (max-min)* – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose *y*, *s x (zač-max)* – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose *x*, *s x (max-uh)* – vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, *t x (max-uh)* – čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

M.G. patří do mužstva A dorostu Slávie Praha, která hraje nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband hraje na pozici krajního pravého záložníka a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Časové působení stojné nohy u nejrychlejšího kopu na měřicí desku patří k průměrným, zatímco působení sil na všech třech osách dokonce k podprůměrným. Jediné hodnoty, které převýšily další kopy, jsou časové dosažení maximálních hodnot na všech třech osách. Ve vzdálenostech dosáhl nejdelší dráhy na ose *y* (z maxima hodnoty po minimum) ne však nejrychlejšího času. Dále dosáhl nejdříve maximální hodnoty na ose *y*.

Vnitřní strana

Nejrychlejší kop vnitřní stranou stejně jako kop přímým nártem dosáhl průměrného celkového časového působení na měřicí desku. Dále také silové působení na ose *z* a *x* patřilo k průměrným. Pouze silové působení v ose *y* převýšilo ostatní kopy. Dosažení maximálních hodnot na všech třech osách z hlediska času patřilo k průměrným. Na ose *y* dosáhl u nejrychlejšího kopu jen o 0,001 m kratší vzdálenosti z maxima po minimum, než druhá nejdelší, zato byla o 0,0325 s rychleji dosažená. Na ose *x* od začátku do maxima dosáhl nejdelší dráhy.

Přímý nárt - vnitřní strana

Rychlost kopů vnitřní stranou byla sice menší než kopem přímým nártem, avšak ne tak výrazně, jak tomu je u většiny ostatních probandů. Hodnoty se pohybovaly v průměru o 4 km/hod pomaleji. Silové působení ve všech třech osách je velmi podobné, a dokonce na ose

z převyšuje kop vnitřní stranou kop přímým nártem. Průměrný čas působení na měřicí desku je totožný u obou provedení kopu.

Tabulka 14 Vybrané parametry probanda 6 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
G.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	101,2	100	99,2	100,13	101,20	99,20	2,00
t (s)	0,21	0,2075	0,1975	0,21	0,21	0,20	0,01
t max z (s)	0,0225	0,055	0,035	0,04	0,06	0,02	0,03
Fmax z (N)	1973,2	2041,5	2307,3	2107,33	2307,30	1973,20	334,10
tmax x (s)	0,0325	0,035	0,0375	0,04	0,04	0,03	0,01
Fmax x (N)	151,4	162	185,2	166,20	185,20	151,40	33,80
tmax y (s)	0,055	0,055	0,0575	0,06	0,06	0,06	0,00
Fmax y (N)	-162,4	-171,6	-170,3	-168,10	-162,40	-171,60	9,20
Vnitřní strana							
G.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	97,2	96,1	95,1	96,13333	97,2	95,1	2,1
t (s)	0,2175	0,185	0,2325	0,211667	0,2325	0,185	0,0475
t max z (s)	0,025	0,0275	0,025	0,025833	0,0275	0,025	0,0025
Fmax z (N)	2245	2063,5	2400,9	2236,467	2400,9	2063,5	337,4
tmax x (s)	0,03	0,035	0,03	0,031667	0,035	0,03	0,005
Fmax x (N)	164,6	146,6	175,7	162,3	175,7	146,6	29,1
tmax y (s)	0,0275	0,03	0,025	0,0275	0,03	0,025	0,005
Fmax y (N)	-156,8	-144,6	-155,3	-152,233	-144,6	-156,8	12,2
Přímý nárt							
G.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	101,2	100	99,2	100,13	101,20	99,20	2,00
s zač y (m)	-0,0792	-0,1303	-0,1136	-0,11	-0,08	-0,13	0,05
s zač x (m)	0,0283	0,0107	0,0184	0,02	0,03	0,01	0,02
t max y (s)	0,005	0,01	0,005	0,01	0,01	0,01	0,01
s max y (m)	-0,044	-0,0669	-0,0731	-0,06	-0,04	-0,07	0,03
t min y (s)	0,1675	0,1775	0,1525	0,17	0,18	0,15	0,03
s min y (m)	-0,2457	-0,2648	-0,2651	-0,26	-0,25	-0,27	0,02
t max x (s)	0,0175	0,0175	0,0175	0,02	0,02	0,02	0,00
s max x (m)	0,0827	0,0654	0,0704	0,07	0,08	0,07	0,02
t uh x (s)	0,0325	0,0325	0,0375	0,03	0,04	0,03	0,01
s uh x (m)	0,0925	0,0788	0,1003	0,09	0,10	0,08	0,02
Vnitřní strana							
G.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	97,2	96,1	95,1	96,13	97,20	95,10	2,10
s zač y (m)	-0,0994	-0,1129	-0,0703	-0,09	-0,07	-0,11	0,04
s zač x (m)	0,0498	0,0658	0,073	0,06	0,07	0,05	0,02
t max y (s)	0,0075	0,01	0,0125	0,01	0,01	0,01	0,01
s max y (m)	-0,0627	-0,1129	-0,0703	-0,08	-0,06	-0,11	0,05
t min y (s)	0,1425	0,135	0,18	0,15	0,18	0,14	0,05
s min y (m)	-0,2607	-0,2621	-0,2748	-0,27	-0,26	-0,27	0,01
t max x (s)	0,0225	0,02	0,0175	0,02	0,02	0,02	0,01
s max x (m)	0,1148	0,1187	0,1215	0,12	0,12	0,11	0,01
t uh x (s)	0,0325	0,035	0,0325	0,03	0,04	0,03	0,00
s uh x (m)	0,126	0,1304	0,1369	0,13	0,14	0,13	0,01

Proband 7 - M.J.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,1704	0,1038	0,1081
t y (max-min) s	0,0725	0,06	0,0825
s x (zač-max) m	0,0575	0,0851	0,093
s x (max-uh) m	0,0397	0,037	0,0221
t x (max-uh) s	0,0225	0,03	0,0125

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,122	0,1295	0,2209
t y (max-min) s	0,0825	0,09	0,185
s x (zač-max) m	0,0618	0,081	0,0896
s x (max-uh) m	0,0112	0,0126	0,27198
t x (max-uh) s	0,0075	0,01	0,025

s y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose *y*, *t y (max-min)* – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose *y*, *s x (zač-max)* – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose *x*, *s x (max-uh)* – vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, *t x (max-uh)* – čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

J.M. je členem mužstva B dorostu Slávie Praha, která hraje druhou nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband zastává post brankaře a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Nejrychlejší kop měl výrazně delší čas působení na měřicí desku (o 0,03 s), a také časové dosažení maximálních sil patřilo k pomalejším. Na druhou stranu silové působení na ose *z* a *y* bylo nejvyšší. Na ose *y* měl sice u nejrychlejšího kopu druhý nejkratší čas, ale pouze o 0,01 s, zatímco překonal nejdelší dráhu o 0,07 m před druhým nejrychlejším kopem.

Vnitřní strana

Nejrychlejší kop vnitřní stranou měl časovou stránku působení na desku zcela opačnou, než je tomu u kopu přímým nártem. Veškeré časy patří k těm nejkratším. Silové působení na ose *z* je nejvyšší, stejně jako při kopu přímým nártem. Nejrychleji dosáhl minimální vzdálenosti na ose *y*, jak od začátku působení, tak i z maximální vzdálenosti. Na ose *x* dosáhl nejkratšího času z maximální hodnoty po konstantní hodnotu.

Přímý nárt - vnitřní strana

Průměrná naměřená rychlost je u kopu přímým nártem o 10 km/hod vyšší a také ostatní naměřené hodnoty byly výrazně zdařilejší. Při kopu přímým nártem proband působil kratší čas za přispění vyšších sil. Dále u kopu přímým nártem dosahoval delší dráhy jak na ose *y* (z maxima do minima), tak na ose *x* od začátku po maximum (na ose *x* i v kratším čase).

Tabulka 15 Vybrané parametry probanda 7 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
M.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	104,1	102	101,4	102,50	104,10	101,40	2,70
t (s)	0,2025	0,1575	0,145	0,17	0,20	0,15	0,06
t max z (s)	0,02	0,015	0,015	0,02	0,02	0,02	0,01
Fmax z (N)	3080	2946,2	3063,5	3029,90	3080,00	2946,20	133,80
tmax x (s)	0,0175	0,0175	0,0175	0,02	0,02	0,02	0,00
Fmax x (N)	198,7	247,4	224,1	223,40	247,40	198,70	48,70
tmax y (s)	0,025	0,0225	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01
Fmax y (N)	-173,3	-138	-159	-156,77	-138,00	-173,30	35,30
Vnitřní strana							
M.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	94,3	94	93,6	93,96667	94,3	93,6	0,7
t (s)	0,185	0,2225	0,2925	0,233333	0,2925	0,185	0,1075
t max z (s)	0,01	0,0125	0,0075	0,01	0,0125	0,0075	0,005
Fmax z (N)	2917,1	2432,2	2549,4	2632,9	2917,1	2432,2	484,9
tmax x (s)	0,015	0,0175	0,0175	0,016667	0,0175	0,015	0,0025
Fmax x (N)	118,7	159,3	121,3	133,1	159,3	118,7	40,6
tmax y (s)	0,0275	0,0275	0,0575	0,0375	0,0575	0,0275	0,03
Fmax y (N)	-128	-127,8	-130,9	-128,9	-127,8	-130,9	3,1
Přímý nárt							
M.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	104,1	102	101,4	102,50	104,10	101,40	2,70
s zač y (m)	-0,1593	-0,1535	-0,1529	-0,16	-0,15	-0,16	0,01
s zač x (m)	-0,1593	-0,1152	-0,1021	-0,13	-0,10	-0,16	0,06
t max y (s)	0,005	0,005	0,005	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	-0,1133	-0,1524	-0,1592	-0,14	-0,11	-0,16	0,05
t min y (s)	0,0775	0,065	0,0875	0,08	0,09	0,07	0,02
s min y (m)	-0,2837	-0,2562	-0,2673	-0,27	-0,26	-0,28	0,03
t max x (s)	0,015	0,0125	0,025	0,02	0,03	0,01	0,01
s max x (m)	-0,1018	-0,0301	-0,0091	-0,05	-0,01	-0,10	0,09
t uh x (s)	0,0375	0,0425	0,0375	0,04	0,04	0,04	0,01
s uh x (m)	-0,1415	-0,0671	-0,0312	-0,08	-0,03	-0,14	0,11
Vnitřní strana							
M.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	94,3	94	93,6	93,97	94,30	93,60	0,70
s zač y (m)	-0,1473	-0,1521	-0,0595	-0,12	-0,06	-0,15	0,09
s zač x (m)	-0,0504	-0,0549	-0,0604	-0,06	-0,05	-0,06	0,01
t max y (s)	0,01	0,0075	0,0075	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	-0,1513	-0,1326	-0,0466	-0,11	-0,05	-0,15	0,10
t min y (s)	0,0925	0,0975	0,1925	0,13	0,19	0,09	0,10
s min y (m)	-0,2733	-0,2621	-0,2675	-0,27	-0,26	-0,27	0,01
t max x (s)	0,0175	0,015	0,0175	0,02	0,02	0,02	0,00
s max x (m)	0,0114	0,0261	0,0292	0,02	0,03	0,01	0,02
t uh x (s)	0,025	0,025	0,0425	0,03	0,04	0,03	0,02
s uh x (m)	0,0002	0,0135	0,30118	0,10	0,30	0,00	0,30

Proband 8 - Z.L.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s_y (max-min) m	0,1964	0,1403	0,0921
t_y (max-min) s	0,0975	0,0725	0,0475
s_x (zač-max) m	0,0556	0,0832	0,0715
s_x (max-uh) m	0,0398	0,0598	0,0541
t_x (max-uh) s	0,045	0,0375	0,0375

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s_y (max-min) m	0,0952	0,1243	0,1079
t_y (max-min) s	0,09	0,07	0,0825
s_x (zač-max) m	0,0891	0,0945	0,0825
s_x (max-uh) m	0,0459	0,0556	0,0521
t_x (max-uh) s	0,0375	0,0325	0,0325

s_y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose y , t_y (max-min) – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose y , s_x (zač-max) – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose x , s_x (max-uh) vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, t_x (max-uh) čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

L.Z. byl nejmladším testovaným hráčem. Proband vzhledem k svému věku stále patří do kategorie mladších dorostenců a je tedy členem mužstva D dorostu Slávie Praha, která hraje druhou nejvyšší soutěž mladších dorostenců v republice. Proband zastává post brankáře a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Proband u nejrychlejšího kopu působil na měřící desku výrazně nejdelší čas o 0,1 s, ale ve všech třech osách nejvyšší silou. Maximálních hodnot dosahoval na ose y a x v nejkratším čase, zatímco na ose z nejpomalejším. Při nejrychlejším kopu působil sice nejpomalejším časem o 0,025 s na ose y (z maxima do minima), avšak po nejdelší dráze (o 0,05 m). Ještě horších hodnot dosáhl na ose x z maximální hodnoty po konstantní hodnotu, kdy působil nejkratší vzdáleností po nejdelší čas.

Vnitřní strana

U nejrychlejšího kopu vnitřní stranou také působil nejpomalejším celkovým časem. Dosažení maximálních hodnot proběhlo na všech třech osách v průměrných časech, stejně tak i silové působení patřilo na všech osách k průměrným. Při nejrychlejším kopu působil ve vzdálenostech na ose y (z maxima do minima) a na ose x (z maximální hodnoty po konstantní hodnotu) po nejkratší dráze a nejdelším čase.

Přímý nárt - vnitřní strana

Veškeré hodnoty ve srovnání přímý nárt a vnitřní strana jsou více než srovnatelné, dokonce i průměrná hodnota rychlosti kopu vnitřní stranou zaostává pouze o 2

km/hod za kopem přímým nártem. Na ose y (z maxima do minima) působil kop přímým nártem po výrazně delších drahách v přibližně stejných časech.

Tabulka 16 Vybrané parametry probanda 8 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
Z.L.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	98,9	95,3	90,8	95,00	98,90	90,80	8,10
t (s)	0,28	0,18	0,165	0,21	0,28	0,17	0,12
t max z (s)	0,025	0,0125	0,0125	0,02	0,03	0,01	0,01
Fmax z (N)	2390,1	1972	2090,5	2150,87	2390,10	1972,00	418,10
tmax x (s)	0,0275	0,0325	0,035	0,03	0,04	0,03	0,01
Fmax x (N)	184,8	158,4	152,2	165,13	184,80	152,20	32,60
tmax y (s)	0,0275	0,03	0,0325	0,03	0,03	0,03	0,01
Fmax y (N)	-214,3	-150,6	-175,3	-180,07	-150,60	-214,30	63,70
Vnitřní strana							
Z.L.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	94,3	94,2	91,3	93,26667	94,3	91,3	3
t (s)	0,2025	0,1725	0,1475	0,174167	0,2025	0,1475	0,055
t max z (s)	0,015	0,0125	0,0125	0,013333	0,015	0,0125	0,0025
Fmax z (N)	2087,9	1827,8	2499,3	2138,333	2499,3	1827,8	671,5
tmax x (s)	0,035	0,0325	0,0375	0,035	0,0375	0,0325	0,005
Fmax x (N)	146,4	154,4	135,9	145,5667	154,4	135,9	18,5
tmax y (s)	0,035	0,03	0,035	0,033333	0,035	0,03	0,005
Fmax y (N)	-161,6	-173	-167,7	-167,433	-161,6	-173	11,4
Přímý nárt							
Z.L.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	98,9	95,3	90,8	95,00	98,90	90,80	8,10
s zač y (m)	-0,1076	-0,1277	-0,197	-0,14	-0,11	-0,20	0,09
s zač x (m)	-0,0303	-0,0564	-0,092	-0,06	-0,03	-0,09	0,06
t max y (s)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	-0,0752	-0,1497	-0,1694	-0,13	-0,08	-0,17	0,09
t min y (s)	0,1075	0,0825	0,0575	0,08	0,11	0,06	0,05
s min y (m)	-0,2716	-0,29	-0,2615	-0,27	-0,26	-0,29	0,03
t max x (s)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00
s max x (m)	0,0253	0,0268	-0,0205	0,01	0,03	-0,02	0,05
t uh x (s)	0,085	0,0775	0,0775	0,08	0,09	0,08	0,01
s uh x (m)	-0,0145	-0,033	-0,0746	-0,04	-0,01	-0,07	0,06
Vnitřní strana							
Z.L.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	94,3	94,2	91,3	93,27	94,30	91,30	3,00
s zač y (m)	-0,1663	-0,1348	-0,1394	-0,15	-0,13	-0,17	0,03
s zač x (m)	-0,023	-0,0463	-0,0873	-0,05	-0,02	-0,09	0,06
t max y (s)	0,01	0,01	0,0025	0,01	0,01	0,00	0,01
s max y (m)	-0,1324	-0,1199	-0,1173	-0,12	-0,12	-0,13	0,02
t min y (s)	0,1	0,08	0,085	0,09	0,10	0,08	0,02
s min y (m)	-0,2276	-0,2442	-0,2252	-0,23	-0,23	-0,24	0,02
t max x (s)	0,0425	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,01
s max x (m)	0,0661	0,0482	-0,0048	0,04	0,07	0,00	0,07
t uh x (s)	0,08	0,0725	0,0825	0,08	0,08	0,07	0,01
s uh x (m)	0,0202	-0,0074	-0,0569	-0,01	0,02	-0,06	0,08

Proband 9 - M.P.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2383	0,2504	0,2316
t y (max-min) s	0,175	0,175	0,175
s x (zač-max) m	0,0682	0,1301	0,0652
s x (max-uh) m	0,0564	0,0518	0,0469
t x (max-uh) s	0,0325	0,045	0,04

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2621	0,2615	0,2948
t y (max-min) s	0,15	0,135	0,2
s x (zač-max) m	0,0601	0,0513	0,05
s x (max-uh) m	0,0354	0,0265	0,0216
t x (max-uh) s	0,04	0,035	0,0425

s y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose *y*, *t y (max-min)* – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose *y*, *s x (zač-max)* – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose *x*, *s x (max-uh)* vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, *t x (max-uh)* čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

P.M. patří do mužstva A dorostu Slávie Praha, která hraje nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband je na postu brankaře a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Nejrychlejší kop probanda patřil z hlediska tří nejrychlejších kopů k těm spíše podprůměrným, kdy působící síla na ose *z* a *x* patřila k nejnižším a na ose *y* pouze k průměrným. Celkový čas a časy dosažení maxima se pohybovaly také kolem průměrných hodnot. Jedním z pravděpodobných důvodů nevýrazných hodnot je vysoká vyrovnanost rychlostí u všech tří kopů, kdy rozdíl mezi nejrychlejším a nejpomalejším kopem je pouze 1,4 km/hod. Všechny tři kopy dosáhly stejného času u přesunu z maxima do minima na ose *y* a jen minimálních rozdílů ve vzdálenosti. Dosažení maximální vzdálenosti od začátku na ose *x* proběhlo v nejkratším čase a z maximální hodnoty na konstantní se dostal v nejkratším čase a po nejdelší dráze.

Vnitřní strana

Nejrychlejší kop vnitřní stranou je téměř totožný s kopem přímým nártem – nejnižší naměřené silové hodnoty na osách *y* a *z* a pouze na ose *x* síla přesáhla zbylé dva kopy. Celkový čas působení na podložku je sice nejnižší, ale dosažení maximálních hodnot je na všech třech osách v nejdelším čase. Na ose *x* se ze začátku až do maximální hodnoty dostal po nejdelší dráze v průměrném čase, a to samé platí i pro dráhu z maximální hodnoty po tu konstantní.

Přímý nárt - vnitřní strana

Zvláštností tohoto hráče jsou téměř totožné veškeré hodnoty, avšak mírně lepší se stále vyskytují u kopu přímým nártem. Zajímavé je, že kop vnitřní stranou působil po delší dráze a kratší čas.

Tabulka 17 Vybrané parametry probanda 9 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
M.P.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	103,6	102,5	102,2	102,77	103,60	102,20	1,40
t (s)	0,57	0,5725	0,55	0,56	0,57	0,55	0,02
t max z (s)	0,0125	0,0325	0,0275	0,02	0,03	0,01	0,02
Fmax z (N)	2090,8	2310,7	2154,8	2185,43	2310,70	2090,80	219,90
tmax x (s)	0,015	0,0125	0,0325	0,02	0,03	0,01	0,02
Fmax x (N)	132,9	156,8	161,1	150,27	161,10	132,90	28,20
tmax y (s)	0,0325	0,035	0,03	0,03	0,04	0,03	0,01
Fmax y (N)	-164,4	-183,9	-157,6	-168,63	-157,60	-183,90	26,30
Vnitřní strana							
M.P.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	101,2	100,5	99,6	100,4333	101,2	99,6	1,6
t (s)	0,5	0,5	0,705	0,568333	0,705	0,5	0,205
t max z (s)	0,015	0,0125	0,01	0,0125	0,015	0,01	0,005
Fmax z (N)	1940,4	2176,1	2291,4	2135,967	2291,4	1940,4	351
tmax x (s)	0,0175	0,015	0,0125	0,015	0,0175	0,0125	0,005
Fmax x (N)	150	143,6	140,7	144,7667	150	140,7	9,3
tmax y (s)	0,0375	0,035	0,035	0,035833	0,0375	0,035	0,0025
Fmax y (N)	-129,5	-131,2	-171,3	-144	-129,5	-171,3	41,8
Přímý nárt							
M.P.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	103,6	102,5	102,2	102,77	103,60	102,20	1,40
s zač y (m)	0,0527	0,2469	0,0927	0,13	0,25	0,05	0,19
s zač x (m)	-0,0921	-0,1786	-0,1104	-0,13	-0,09	-0,18	0,09
t max y (s)	0,005	0,005	0,0075	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	0,1088	0,1668	0,1123	0,13	0,17	0,11	0,06
t min y (s)	0,18	0,18	0,1825	0,18	0,18	0,18	0,00
s min y (m)	-0,1295	-0,0836	-0,1193	-0,11	-0,08	-0,13	0,05
t max x (s)	0,0225	0,02	0,0175	0,02	0,02	0,02	0,01
s max x (m)	-0,0239	-0,0485	-0,0452	-0,04	-0,02	-0,05	0,02
t uh x (s)	0,055	0,065	0,0575	0,06	0,07	0,06	0,01
s uh x (m)	-0,0803	-0,1003	-0,0921	-0,09	-0,08	-0,10	0,02
Vnitřní strana							
M.P.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	101,2	100,5	99,6	100,43	101,20	99,60	1,60
s zač y (m)	0,1077	0,1274	0,1287	0,12	0,13	0,11	0,02
s zač x (m)	-0,0366	-0,0379	-0,0542	-0,04	-0,04	-0,05	0,02
t max y (s)	0,015	0,0075	0,005	0,01	0,02	0,01	0,01
s max y (m)	0,1589	0,1459	0,1429	0,15	0,16	0,14	0,02
t min y (s)	0,165	0,1425	0,205	0,17	0,21	0,14	0,06
s min y (m)	-0,1032	-0,1156	-0,1519	-0,12	-0,10	-0,15	0,05
t max x (s)	0,0225	0,025	0,0225	0,02	0,03	0,02	0,00
s max x (m)	0,0235	0,0134	-0,0042	0,01	0,02	0,00	0,03
t uh x (s)	0,0625	0,06	0,065	0,06	0,07	0,06	0,01
s uh x (m)	-0,0119	-0,0131	-0,0258	-0,02	-0,01	-0,03	0,01

Proband 10 - V. F.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2204	0,2188	0,2156
t y (max-min) s	0,165	0,165	0,1425
s x (zač-max) m	0,0945	0,0719	0,0766
s x (max-uh) m	0,0122	0,0172	0,0145
t x (max-uh) s	0,025	0,025	0,0125

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2658	0,263	0,2281
t y (max-min) s	0,1675	0,1575	0,135
s x (zač-max) m	0,0499	0,0985	0,1162
s x (max-uh) m	0,0059	0,0053	0,0058
t x (max-uh) s	0,035	0,0275	0,0225

s y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose *y*, *t y (max-min)* – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose *y*, *s x (zač-max)* – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose *x*, *s x (max-uh)* vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, *t x (max-uh)* čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

F.V. patří do mužstva A dorostu Slávie Praha, která hraje nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband hraje na pozici středního obránce a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Nejrychlejší kop probanda dosáhl nejvyšší silové hodnoty naměřené na ose *z* a na ose *y* se pohybovala nad průměrem. Pouze na ose *x* nedosáhl ani průměrných hodnot. Veškeré časové hodnoty se pohybovaly kolem průměru. Ve vzdálenostech také působil po nejdelší dráze, jak na ose *y* z maximální hodnoty po minimální, tak také od začátku po maximální hodnotu na ose *x*.

Vnitřní strana

Nejrychlejší kop vnitřní stranou působil po celkový nejkratší čas a nejvyšší silou na ose *z*. Dále dosáhl nejrychleji maximální hodnoty na ose *z*, ale ostatní hodnoty se pohybují kolem průměrných. Na ose *y* působil po nejdelší dráze, avšak také nejdelším časem a dokonce na ose *x* od začátku po maximální hodnotu působil po výrazně nejkratší dráze.

Přímý nárt - vnitřní strana

Také u tohoto probanda kop přímým nártem dominoval nad kopem vnitřní stranou, zvláštní však zůstávají časové hodnoty dosažení maxima na ose *z* a *x*, kdy u kopu vnitřní stranou dosahují výrazně rychlejších časů. U nejrychlejšího kopu vnitřní stranou působil na ose *y* po delší dráze a stejným časem jako nejrychlejší kop přímým nártem. Na ose *x* se kop přímým nártem z maximální hodnoty na konstantní hodnotu dostal po delší dráze a v kratším čase ve srovnání s kopem vnitřní stranou.

Tabulka 18 Vybrané parametry probanda 10 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
Vodrhánek František	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	102,1	101,5	101,1	101,57	102,10	101,10	1,00
t (s)	0,2425	0,24	0,225	0,24	0,24	0,23	0,02
t max z (s)	0,0975	0,1425	0,08	0,11	0,14	0,08	0,06
Fmax z (N)	2426,4	2400,8	2317,3	2381,50	2426,40	2317,30	109,10
tmax x (s)	0,095	0,115	0,0925	0,10	0,12	0,09	0,02
Fmax x (N)	148,9	157,4	150,6	152,30	157,40	148,90	8,50
tmax y (s)	0,0825	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,01
Fmax y (N)	-121,5	-108,7	-128,7	-119,63	-108,70	-128,70	20,00
Vnitřní strana nohy							
Vodrhánek František	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	89,8	89,4	88,3	89,16667	89,8	88,3	1,5
t (s)	0,23	0,2775	0,2375	0,248333	0,2775	0,23	0,0475
t max z (s)	0,01	0,01	0,08	0,033333	0,08	0,01	0,07
Fmax z (N)	2399	2337,7	2129,6	2288,767	2399	2129,6	269,4
tmax x (s)	0,0325	0,03	0,0325	0,031667	0,0325	0,03	0,0025
Fmax x (N)	112	136,6	96,2	114,9333	136,6	96,2	40,4
tmax y (s)	0,0775	0,075	0,08	0,0775	0,08	0,075	0,005
Fmax y (N)	-119	-133,3	-115,5	-122,6	-115,5	-133,3	17,8
Přímý nárt							
Vodrhánek František	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	102,1	101,5	101,1	101,57	102,10	101,10	1,00
s zač y (m)	0,0386	-0,0002	-0,0131	0,01	0,04	-0,01	0,05
s zač x (m)	-0,1061	-0,0948	-0,1202	-0,11	-0,09	-0,12	0,03
t max y (s)	0,0125	0,0125	0,0125	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	0,1126	0,0533	0,0432	0,07	0,11	0,04	0,07
t min y (s)	0,1775	0,1775	0,155	0,17	0,18	0,16	0,02
s min y (m)	-0,1078	-0,1655	-0,1724	-0,15	-0,11	-0,17	0,06
t max x (s)	0,0175	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01
s max x (m)	-0,0116	-0,0229	-0,0436	-0,03	-0,01	-0,04	0,03
t uh x (s)	0,0425	0,045	0,0425	0,04	0,05	0,04	0,00
s uh x (m)	-0,0238	-0,0401	-0,0581	-0,04	-0,02	-0,06	0,03
Vnitřní strana nohy							
Vodrhánek František	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	89,8	89,4	88,3	89,17	89,80	88,30	1,50
s zač y (m)	0,3034	0,2532	0,1627	0,24	0,30	0,16	0,14
s zač x (m)	0,0498	-0,0426	0,0251	0,01	0,05	-0,04	0,09
t max y (s)	0,005	0,0025	0,005	0,00	0,01	0,00	0,00
s max y (m)	0,2661	0,2655	0,2779	0,27	0,28	0,27	0,01
t min y (s)	0,1725	0,16	0,14	0,16	0,17	0,14	0,03
s min y (m)	0,0003	0,0025	0,0498	0,02	0,05	0,00	0,05
t max x (s)	0,025	0,03	0,0225	0,03	0,03	0,02	0,01
s max x (m)	0,0997	0,0559	0,1413	0,10	0,14	0,06	0,09
t uh x (s)	0,06	0,0575	0,045	0,05	0,06	0,05	0,02
s uh x (m)	0,0938	0,0506	0,1355	0,09	0,14	0,05	0,08

Proband 11 - J.J.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2117	0,196	0,2052
t y (max-min) s	0,1575	0,1825	0,195
s x (zač-max) m	0,1014	0,0698	0,0596
s x (max-uh) m	0,0113	0,0617	0,0053
t x (max-uh) s	0,02	0,0325	0,015

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,1089	0,084	0,1186
t y (max-min) s	0,1575	0,1675	0,1725
s x (zač-max) m	0,0627	0,0678	0,0688
s x (max-uh) m	0,0026	0,0052	0,0063
t x (max-uh) s	0,0425	0,02	0,025

s y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose *y*, *t y (max-min)* – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose *y*, *s x (zač-max)* – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose *x*, *s x (max-uh)* vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, *t x (max-uh)* čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

J.J. ještě věkem patří do nižší věkové kategorie, ale již se propracoval o kategorii výše a nyní je součástí mužstva A dorostu Slávie Praha, která hraje nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband hraje na pozici středního útočného záložníka a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Nejrychlejší kop probanda opět patří k výrazným, kdy ve veškerých hodnotách dosahuje nejlepších sil a časů. Působil na měřicí desku v nejkratším čase s působením nejvyšší síly na všech třech osách. Dále nejrychlejší kop přímým nártem na ose *y* (z maximální hodnoty do minimální) působil po nejdelší dráze v nejkratším čase. Na ose *x* (od začátku po maximální hodnotu) dosáhl nejdelší vzdálenosti.

Vnitřní strana

Nejrychlejší kop vnitřní stranou je pravým opakem nejrychlejšího kopu přímým nártem. Veškeré naměřené hodnoty jsou nejhorší ze tří nejrychlejších kopů. Zajímavostí je, že druhý nejrychlejší kop, který je pouze o 0,1 s pomalejší, dosáhl nejvyšší naměřené síly na ose *z* po celkový nejkratší čas. Ve vzdálenostech se nejrychlejší kop také neprojevil, na ose *y* působil průměrnou vzdáleností téměř po nejkratší čas a na ose *x* to byla nejkratší vzdálenost po nejdelší čas od začátku až po konstantní hodnotu.

Přímý nárt - vnitřní strana

Při porovnání kopů, kop přímým nártem opět dosahoval lepších průměrných hodnot, které byly měřeny. U kopu přímým nártem působil výrazně delší dráhou na ose *y* z maximální hodnoty do minimální, avšak v relativně podobných časech s kopem vnitřní stranou. Stejný trend se projevuje i na ose *x*.

Tabulka 19 Vybrané parametry probanda 11 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
J.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	99,5	98,1	97,8	98,47	99,50	97,80	1,70
t (s)	0,2225	0,2325	0,24	0,23	0,24	0,22	0,02
t max z (s)	0,0275	0,095	0,0275	0,05	0,10	0,03	0,07
Fmax z (N)	1827,9	1655,6	1791,5	1758,33	1827,90	1655,60	172,30
tmax x (s)	0,0325	0,0325	0,0325	0,03	0,03	0,03	0,00
Fmax x (N)	133,8	100,4	126,1	120,10	133,80	100,40	33,40
tmax y (s)	0,07	0,08	0,075	0,08	0,08	0,07	0,01
Fmax y (N)	-105,6	-102,2	-105,8	-104,53	-102,20	-105,80	3,60
Vnitřní strana							
J.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	91,8	91,7	89,8	91,1	91,8	89,8	2
t (s)	0,2375	0,23	0,2325	0,233333	0,2375	0,23	0,0075
t max z (s)	0,035	0,03	0,02	0,028333	0,035	0,02	0,015
Fmax z (N)	1582,1	1671,1	1663,1	1638,767	1671,1	1582,1	89
tmax x (s)	0,0375	0,035	0,0225	0,031667	0,0375	0,0225	0,015
Fmax x (N)	87	100,4	94,2	93,86667	100,4	87	13,4
tmax y (s)	0,09	0,08	0,0875	0,085833	0,09	0,08	0,01
Fmax y (N)	-92,6	-96,3	-77,7	-88,8667	-77,7	-96,3	18,6
Přímý nárt							
J.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	99,5	98,1	97,8	98,47	99,50	97,80	1,70
s zač y (m)	0,0452	0,0947	0,0976	0,08	0,10	0,05	0,05
s zač x (m)	-0,0637	-0,0984	-0,0089	-0,06	-0,01	-0,10	0,09
t max y (s)	0,0475	0,015	0,015	0,03	0,05	0,02	0,03
s max y (m)	0,0713	0,0957	0,1087	0,09	0,11	0,07	0,04
t min y (s)	0,205	0,1975	0,21	0,20	0,21	0,20	0,01
s min y (m)	-0,1404	-0,1003	-0,0965	-0,11	-0,10	-0,14	0,04
t max x (s)	0,0325	0,025	0,035	0,03	0,04	0,03	0,01
s max x (m)	0,0377	-0,0286	0,0507	0,02	0,05	-0,03	0,08
t uh x (s)	0,0525	0,0575	0,05	0,05	0,06	0,05	0,01
s uh x (m)	0,0264	0,0331	0,0454	0,03	0,05	0,03	0,02
Vnitřní strana							
J.J.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	91,8	91,7	89,8	91,10	91,80	89,80	2,00
s zač y (m)	-0,0361	0,0077	0,1459	0,04	0,15	-0,04	0,18
s zač x (m)	-0,0063	-0,0117	0,0321	0,00	0,03	-0,01	0,04
t max y (s)	0,0175	0,0125	0,015	0,02	0,02	0,01	0,01
s max y (m)	0,0417	0,0528	0,1572	0,08	0,16	0,04	0,12
t min y (s)	0,175	0,18	0,1875	0,18	0,19	0,18	0,01
s min y (m)	0,1506	0,1368	0,0386	0,11	0,15	0,04	0,11
t max x (s)	0,0275	0,0375	0,03	0,03	0,04	0,03	0,01
s max x (m)	0,0564	0,0561	0,1009	0,07	0,10	0,06	0,04
t uh x (s)	0,07	0,0575	0,055	0,06	0,07	0,06	0,02
s uh x (m)	0,059	0,0509	0,0946	0,07	0,09	0,05	0,04

Proband 12 - K.M.

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) PN			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,243	0,2321	0,2412
t y (max-min) s	0,14	0,1325	0,12
s x (zač-max) m	0,0773	0,0647	0,0702
s x (max-uh) m	0,0334	0,0377	0,0377
t x (max-uh) s	0,0325	0,0225	0,0275

Souřadná poloha bodu silového působení COP (center of pressure) VS			
	kop 1	kop 2	kop 3
s y (max-min) m	0,2602	0,2344	0,2175
t y (max-min) s	0,2725	0,2125	0,13
s x (zač-max) m	0,0512	0,0919	0,0718
s x (max-uh) m	0,0236	0,0206	0,0393
t x (max-uh) s	0,0651	0,0475	0,07

s y (max-min) – vzdálenost z maximální hodnoty do minimální na ose *y*, *t y (max-min)* – čas působení z maximální hodnoty po minimální na ose *y*, *s x (zač-max)* – vzdálenost od začátku působení po maximální hodnotu na ose *x*, *s x (max-uh)* vzdálenost z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu, *t x (max-uh)* čas dosažení z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu

M.K. patří do mužstva A dorostu Slávie Praha, která hraje nejvyšší dorosteneckou soutěž v republice. Proband hraje na pozici středního defenzivního záložníka a jedná se o praváka.

Přímý nárt

Nejrychlejší probandův kop dosáhl nejkratšího působení na měřicí desku s nejvyšší silou na ose *z*. Silové působení na ose *x* patřilo k průměrným, zatímco působení na ose *y* dokonce k nejnižším. Dosažení maximálních hodnot na všech třech osách proběhlo v nejkratších časech. Na ose *y* působil po nejdelší dráze, nicméně delším časem. Stejně tak je tomu z hlediska dráhy u osy *x* od začátku po maximální hodnotu.

Vnitřní strana

U nejrychlejšího kopu působila stojná noha na měřicí desku po nejdelší čas a silové působení na ose *z* se pohybovalo v průměrných hodnotách. Na druhou stranu časové působení na ose *x* a *y* bylo nejkratší a silové působení na ose *y* nejvyšší. Druhý nejrychlejší kop, který byl pouze o 0,1 km/hod pomalejší, dosáhl nejkratšího celkového času s nejvyšší působící silou na ose *z*. Stejně jako kop přímým nártem, tak nejrychlejší kop vnitřní stranou dosáhl nejdelší dráhy, ale také v nejdelším čase.

Přímý nárt - vnitřní strana

Kopy přímým nártem byly v průměru rychlejší o 8,6 km/hod. Výrazný rozdíl se objevil u dosažení maximálních působících sil na měřicí desku na všech třech osách. Kop přímým nártem dosahuje podobných hodnot ve vzdálenostech jako kop vnitřní stranou, ale ve výrazně nižších časech.

Tabulka 20 Vybrané parametry probanda 12 při kopu přímým nártem a vnitřní stranou

Přímý nárt							
K.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	94,8	94,2	91,8	93,60	94,80	91,80	3,00
t (s)	0,2025	0,205	0,2125	0,21	0,21	0,20	0,01
t max z (s)	0,0225	0,0225	0,025	0,02	0,03	0,02	0,00
Fmax z (N)	2486,8	2454,4	2409,5	2450,23	2486,80	2409,50	77,30
tmax x (s)	0,0275	0,0275	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
Fmax x (N)	140,6	158,3	132,7	143,87	158,30	132,70	25,60
tmax y (s)	0,0625	0,0625	0,065	0,06	0,07	0,06	0,00
Fmax y (N)	-129,4	-158,8	-149,4	-145,87	-129,40	-158,80	29,40
Vnitřní strana							
K.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	85,2	85,1	84,7	85	85,2	84,7	0,5
t (s)	0,3475	0,2875	0,315	0,316667	0,3475	0,2875	0,06
t max z (s)	0,0225	0,0175	0,025	0,021667	0,025	0,0175	0,0075
Fmax z (N)	1539,6	1690,9	1328,9	1519,8	1690,9	1328,9	362
tmax x (s)	0,03	0,03	0,0975	0,0525	0,0975	0,03	0,0675
Fmax x (N)	39,6	66,5	37,8	47,96667	66,5	37,8	28,7
tmax y (s)	0,0625	0,075	0,145	0,091667	0,145	0,0625	0,0825
Fmax y (N)	-75,5	-64,5	-64,5	-68,1667	-64,5	-75,5	11
Přímý nárt							
K.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	94,8	94,2	91,8	93,60	94,80	91,80	3,00
s zač y (m)	0,1886	0,1996	0,2411	0,21	0,24	0,19	0,05
s zač x (m)	-0,083	-0,0721	-0,1008	-0,09	-0,07	-0,10	0,03
t max y (s)	0,005	0,005	0,005	0,01	0,01	0,01	0,00
s max y (m)	0,2212	0,2159	0,2566	0,24	0,26	0,22	0,04
t min y (s)	0,145	0,1375	0,125	0,14	0,15	0,13	0,02
s min y (m)	-0,0218	-0,0162	0,0154	0,00	0,02	-0,02	0,04
t max x (s)	0,0275	0,0275	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
s max x (m)	-0,0057	-0,0074	-0,0306	-0,02	-0,01	-0,03	0,02
t uh x (s)	0,06	0,05	0,0575	0,06	0,06	0,05	0,01
s uh x (m)	-0,0391	-0,0451	-0,0683	-0,05	-0,04	-0,07	0,03
Vnitřní strana							
K.M.	1	2	3	Průměr	max	min	VAR
v (km/hod)	85,2	85,1	84,7	85,00	85,20	84,70	0,50
s zač y (m)	0,1643	0,1555	0,2962	0,21	0,30	0,16	0,14
s zač x (m)	-0,0576	0,0796	0,0604	0,03	0,08	-0,06	0,14
t max y (s)	0,0025	0,0025	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02
s max y (m)	0,1982	0,1988	0,2219	0,21	0,22	0,20	0,02
t min y (s)	0,275	0,215	0,15	0,21	0,28	0,15	0,13
s min y (m)	-0,062	-0,0356	0,0044	-0,03	0,00	-0,06	0,07
t max x (s)	0,0325	0,0325	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
s max x (m)	-0,0064	-0,0123	-0,0114	-0,01	-0,01	-0,01	0,01
t uh x (s)	0,0976	0,08	0,1	0,09	0,10	0,08	0,02
s uh x (m)	0,0172	0,0083	0,0279	0,02	0,03	0,01	0,02

6. Diskuse

7.

Pokud naše výsledky porovnáme se světovou literaturou, pak zjistíme, že rychlosti vystřeleného míče dosahované v této studii jsou porovnatelné se světovou viz tabulka 1. Nunome and Ikegami (2002) měřili jak kop přímým nártem, tak kop vnitřní stranou u pěti elitních hráčů, kteří byli ve věku středoškolských studentů (přesný věk nebyl zmíněn). V této studii dosahovaly kopy vnitřní stranou hodnoty $24.3 \pm 0.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, což je po přepočtu na km/hod $87,5 \text{ km/hod}$. V naší studii dosahovali probandi u kopu vnitřní stranou průměrné rychlosti $91,6 \pm 23,3 \text{ km/hod}$ (viz tabulka 8). U kopu přímým nártem dosahovali probandi Nunome and Ikegami (2002) $28 \pm 2,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, což je po přepočtu $100,8 \text{ km/hod}$, zatímco probandi v naší studii lehce zaostávali a dosahovali průměrné hodnoty $99,73 \pm 21,5 \text{ km/hod}$ (viz tabulka 7). Mnohem více studií se zabývalo kopem přímým nártem viz tabulka 1. Jestliže se podíváme na nejpodobnější studii té naší, kterou je Taina (1993), kde bylo testováno 15 probandů v průměrném věku 18,1 let, tak v této studii dosahovali hráči rychlosti míče při kopu přímým nártem $96,02 \text{ km/hod}$, tedy velmi podobnou rychlost jako je v našem případě. Pokud se lépe podíváme na tabulku 1 a porovnáme rychlost míče u našich probandů s rychlostí míče u probandů starších a zkušených hráčů, například ze studie Nunome (2006b), kde bylo 9 probandů v průměrném věku 27,6 let, pak tito hráči dosahovali průměrné rychlosti $26,3 \pm 3,4 \text{ m/s}$, což je po přepočtu $94,68 \text{ km/hod}$. Zajímavé je, že naši probandi dosahovali celkem vyšší naměřené rychlosti. Stejně tak tomu bylo u elitních hráčů ve věku 19-22 let ve studii Barfield 1995, kteří dosahovali průměrné rychlosti $26,4 \pm 2,09 \text{ m/s}$, což je po přepočtu 95 km/hod . Dalo by se tedy tvrdit, že hráči této věkové kategorie patří již k hráčům fyzicky a technicky kvalitně připraveným. Na druhou stranu, když se podíváme na profesionální hráče, kteří byli testováni ve studii Cometti (1988) zjistíme, že naši probandi stále nedosahují elitní úrovně, jelikož hráči v této studii dosahovali v průměru $106,37 \pm 12,89 \text{ km/hod}$.

Některé studie přisuzují vyšší rychlost míče k různým typům kopu (Kermond a Konz, 1978; Nunome et al., 2002; Wang a Griffin 1997). Tato teorie se potvrdila i v naší studii. Žádný z měřených probandů nedosahoval vyšší rychlosti u kopu vnitřní stranou než u kopu přímým nártem.

Na druhou stranu také některé studie zveřejňují závislost mezi rychlostí kopu a rychlostí rozběhu (Isokawa a Lees, 1988; Kellis et al., 2004), což se v naší studii nepotvrdilo, jelikož korelační tabulka ukázala, že v naší studii nedochází k významnější korelaci mezi rychlostí rozběhu a následnou rychlostí míče u kopu přímým nártem ($r = 0,061$; $p > 0.05$), zatímco u kopu vnitřní stranou dochází pouze ke střední korelaci ($r = 0,473$; $p > 0,05$).

Nejrychlejší naměřený kop v naší studii byl kop přímým nártem a dosáhl rychlosti 107,4 km/hod (proband 3 C.N.), nejrychlejší kop vnitřní stranou nebyl výrazněji pomalejší 103,1 km/hod (proband 2 H.J.). Proband 3 působil u nejrychlejšího kopu výrazně krátkým časem a druhou nejvyšší silou ze všech probandů.

Proband 2 měl velmi vyrovnané rychlosti kopů mezi kopem přímým nártem (106,5 km/hod) a vnitřní stranou (103,1 km/hod). Jeho dosahované časy působení na podložku byly nejdelší a silové působení bylo průměrné vzhledem k celé skupině. Proband 2 však takto působil ve všech svých kopech a ne jen v těch nejrychlejších.

7. Závěr

Výsledky korelace hypotézu číslo jedna nepotvrdily. Spíše ji vyvrátily. Zjistili jsme nízkou korelaci mezi působící silou stojné nohy na měřící desku a následnou rychlostí míče u kopu přímým nártem ($r = 0,118$; $p > 0,05$) a také u kopu vnitřní stranou ($r = 0,133$; $p > 0,05$). (Viz hypotéza 1 – Síla vyvinutá při došlapu stojné nohy má přímý vliv na rychlost míče).

Hypotézu číslo dvě se nepodařilo zcela jednoznačně prokázat, také z důvodu malého počtu probandů. Silové působení stojné nohy na podložku by podle naší hypotézy mělo trvat co nejkratší čas za působení co nejvyšších sil v měřených osách. Pokud by čas byl co nejkratší a působení sil co nejvyšší, měl by míč dosahovat nejvyšších rychlostí. Tuto hypotézu splnilo u kopu přímým nártem 6 probandů (viz probandi číslo – 1, 2, 3, 5, 11 a 12), další 4 probandi (viz probandi číslo – 4, 7, 8 a 10) se pohybovali, mezi úrovní splnil a nesplnil. Tito 4 probandi v některých naměřených hodnotách dosahovali nejlepších výsledků, avšak u jiných naměřených hodnot ne. U zbylých dvou probandů (viz probandi číslo – 6 a 9) jsme nenaměřili výraznější hodnoty a tito dva tedy nesplnili podmínku hypotézy. Kop vnitřní stranou měl 50% bilanci, přesně šest probandů (viz probandi číslo – 2, 3, 4, 5, 7 a 10) vyhovovalo hypotéze a šest nevyhovovalo (viz probandi číslo – 1, 6, 8, 9, 11 a 12). Hráči, kteří například působili při nejrychlejším kopu na měřící desku nejkratší čas, avšak síly mírně zaostávaly za maximální hodnotou, byli bráni jako vyhovující, jelikož časová hodnota byla brána jako stěžejní (tento případ se vyskytl například u probanda číslo 3 C.N.). Během měření jsme zjistili zajímavost, kdy se nám potvrdilo, že nejrychlejší kop může ovlivnit také působení na osách dráhy. Nejrychlejší kopy většinou dosahovaly nejdelší dráhy, z maximální hodnoty na ose y, po tu minimální v nejkratších časech. Podobně tomu tak bylo i na ose x, avšak zde z maximální hodnoty po ustálenou hodnotu (viz popisy hráčů). (Viz hypotéza 2 – Krátká doba působení stojné nohy na podložku reprezentovaná vysokou dynamikou došlapu má za následek nárůst rychlosti míče).

Hypotéza číslo tři se potvrdila u všech probandů, avšak na druhou stranu pět měřených probandů dosahovalo velmi podobných měřených hodnot mezi kopem přímým nártem a vnitřní stranou (patří sem probandi číslo 2 H.J., 6 G.H., 8 Z.L.). V některých hodnotách dokonce kop vnitřní stranou převýšil kop přímým nártem. K těmto probandům patřil například proband číslo 5 Č.E. a také proband číslo 9 M.P. (Viz hypotéza 3 – Rychlost kopu přímým nártem bude vyšší nežli kop vnitřní stranou).

8. Seznam použité literatury

- ASAI, T., CARRE, M., AKATSUKA, T. and HAKEE, S. (2002) The curve kick of a football I: impal with the foot. *Sports Engineering* 5, 183-192.
- ASAI, T., NUNOME, H., (2006) The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *Journal of sport science* 24, 951-960.
- BLAHUŠ, P.. *K teorii testování pohybových schopností*. 1. vydání. Praha: Univerzita Karlova, 1976
- BULL-ANDERSEN, T., DORGE, H. (1999) Collisions in soccer kicking. *Sports Engineering* 2, 121-125.
- BUZEK, M. a kol. *Trenér fotbalu „A“ UEFA licence*. 1. vydání. Praha: Olympia, 2007, ISBN 978-807376-032-8
- CABRI, J., DE PROFT, E., DUFOUR, W. and CLARYS, J. (1988) The relation between muscular strenght and kick performance. In: *Science and football*. Eds: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. and Murphy, W. London: E & FN Spon. 186-193.
- ČELIKOVSKÝ, S.. *Teorie pohybových schopností*. Praha: Univerzita Karlova, 1976
- DORGE, H., BULL-ANDERSEN, T., SORENSEN, H. and SIMONSEN, E. (2002) Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *Journal of sports Science* 20, 293-299.
- EKBLOM, B. (1986) Applied fysiology of soccer. *Sports Medicine* 3, 50-60.
- HARVEY, G. Complete Soccer School, *Usborne Publishing Ltd.* (27 Oct. 2000), ISBN 0-7460-2917-9
- HAY, J. (1993) The biomechanics of sports techniques. *Englewood Cliffs, N.J.*: Prentice Hall.
- ISOKAWA, M.,and LEES, A. (1988). A biomechanical analysis of instep kick motion in soccer. In: *Science and football*. Eds: T. Reilly, A. Lees, K. Davids, and W. Murphy (eds.), Proceedings of oral sessions, science and football (pp. 449-455). London: E & FN Spon.
- KASA, J., ŠVEC, Š. *Štruktúra poznatkovej bázy vied o športe*. Bratislava: ICM AGENCY, Univerzita Komenského, FTVŠ, 2000
- KELLIS, E., KATIS, A. (2004) Knee biomechanics of the support leg in soccer kicks from free angles of approach. *Medicine a Science in sports and exercise* 36, 1017-1028.
- KERMOND, J. and KONZ, S. (1978) Support leg loading in punt kicking. *Research Quarterly* 49, 71-79.
- KOLLATH, E. *Technika a taktika hry*. 1 vydání. Praha: GRADA, 2006, ISBN 80-247-1336-5

- LEES, A., and NOLAN, L. (1998). The biomechanics of soccer: A review. *Journal of sport science*, 3, 211-234.
- LEVANON, J. and DAPENA, J. Comparasing of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine and science in sport and exercise* 30, 917-927 (1998)
- LUHTANEN, P. (1988) Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. In: *Science and football*. Eds: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. and Murphy, W.J. London: E @ FN spon. 441-448.
- MANOLOPOULOS , E., PAPADOPOULOS, C. and KELLIS E. (2006) Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 16, 102-110
- MĚKOTA, K., CUBEREK, R. *Pohybové dovednosti=činnosti=výkony*. 1. vydání. Univerzita Palackého: Olomouc, 2007, ISBN 978-80-244-1728-8.
- NARICI, M., SIRTORI, M. and MODNONI, P. (1988) Maximal ball velocity and peak torques of hip flexor and knee extensor muscles. In: *Science and football*. Eds: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. and Murphy, W.J. London: E @ FN Spon. 429-433.
- NUNOME, H., ASAI, T., IKEGAMI, Y. (2002) Three-dimensional kinetic analysis of in-side and instep soccer kicks. *Medicine and science in sport and Exercise* 34, 2028-2036
- OPAVSKY, P. (1988) An investigation of linear and angular kinematics of the leg during two type sof soccer kick. In: *Science and football*. Eds: Reilly, T., Lees, A. London: E & FN Spon. 456-459.
- PLAGENHOEF, S. (1971) Patterns of human motion. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- PSOTTA, R. *Analýza intermitentní pohybové aktivity*. 1. vydání. Karolinum, Praha 2003, ISBN 80-246-0692-5.
- PSOTTA, R. a kol. *Fotbal: kondiční trénink*. 1. vydání. Praha: GRADA, 2006, ISBN 80-247-0821-3.
- ROBERTSON, D.G.E. and MOSHER P.E. (1985) Work and power of the leg muscles in soccer kisking, in Biomechanics VII-B, *Human Kinetics*, Champaign, IL, PP. 533-538.
- ROBERTS, E., ZERNISCHE, R., (1974) Kinetic parameters of kicking. In: *Biomechanics IV*. Eds: Nelson, R. and Morehouse, C. Baltimore: University Park Press. 157-162.
- TAINA, F., GREHAIGNE, J. and COMETTI, G. (1993) The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performance. In: *Science and soccer II*. Eds: Reilly, T., Clarys, J. and Stibbe, A. London: E & FN Spon. 98-103
- TROLLE, M., AGAARD, P., SIMONSEN, J., BANGSBO, J. and KLAYSSEN, K. (1993) Effects of strength training on kicking performance in soccer. In: *Science and soccer II*. Eds: Reilly, T., Clarys, J. and Stibbe, A. London: E & FN Spon. 95-98.

TSAOUSIDIS, N. and ZATSIORSKY, V. (1996) Two type of ball-effector interaction and their relative contribution to soccer kicking. *Human Movement Science* 15, 861-876.

VOTÍK, J. *Trenér fotbalu „B“ licence*. 1. vydání. Olympia: Praha, 2001, ISBN 80-7033-598-X

WANG, J.S. and GRIFFIN, M. (1997) Kinematic analysis of the soccer curve ball shot. *Strength and conditioning* Feb, 54-57.

WEINECK, J. (1997) *Fussballtraining. Teil 1: Konditionstraining des Fussballspielers*. Perimed: Spitta Verlag. (In German)

ZENRICKE, R.F. and ROBERTS, E.M. (1978) Lower extremity forces and torques during systematic variation of non-weight bearing motion, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 10, 21-26.