

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Kinematické změny ve způsobech provedení softballového

nadhozu

Diplomová práce

Vedoucí práce:

PhDr. Vladimír Süß, Ph.D.

Zpracovala:

Milena Bernardová

Odborný konzultant:

Ing. František Zahálka, Ph.D.

srpen 2006

Abstrakt

Název práce: Kinematické změny ve způsobech provedení softballového nadhozu
Kinematic Changes in Various Types of Softball Pitching Motion

Cíle práce: Zjistit a popsat změny mezi různými způsoby provedení softballového nadhozu.

Metoda: Pro zkoumání změn byla zvolena nadhazovačka 25 let stará, členka reprezentačního družstva žen v softballu. Pro deskripci softballového nadhozu byla použita metoda prostorové 3D analýzy.

Výsledky: Ukazují rozdíly mezi jednotlivými způsoby provedení softballového nadhozu u sledované nadhazovačky a umožňují porovnání s ostatními studii.

Klíčová slova: softball, nadhoz, kinematická analýza, kinematické proměnné, prostorová 3D analýza

Abstrakt

Název práce: Kinematické změny ve způsobech provedení softballového nadhozu

Cíle práce: Zjistit a popsat změny mezi různými způsoby provedení softballového nadhozu.

Metoda: Pro zkoumání změn byla zvolena nadhazovačka 25 let stará, členka reprezentačního družstva žen v softballu. Pro deskripci softballového nadhozu byla použita metoda prostorové 3D analýzy.

Výsledky: Ukazují rozdíly mezi jednotlivými způsoby provedení softballového nadhozu u sledované nadhazovačky a umožňují porovnání s ostatními studii.

Klíčová slova: softball, nadhoz, kinematická analýza, kinematické proměnné, prostorová 3D analýza

Touto cestou bych chtěla poděkovat všem, kteří mi s prací pomohli, zejména PhDr. Vladimíru Süssovi, Ph.D. a Ing. Františku Zahálkovi, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použila jsem pouze literatury uvedenou v seznamu bibliografické citace.

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musí pramen převzaté literatury řádně citovat.

1	Úvod.....	6
1.1	Aktuálnost tématu, nastínění problémů	6
1.2	Cíle a úkoly práce	7
2	Teoretická východiska	8
2.1	Teoretické poznatky – východiska práce	8
2.1.1	Pravidla nadhazování týkající se provedení nadhozu	8
2.1.2	Nadhazovací styly	9
2.2	Technika nadhozu otočkou	9
2.2.1	Držení míče	9
2.2.2	Základní postoj.....	10
2.2.3	Mechanismus nadhozu.....	11
2.3	Popis analyzovaných druhů nadhozu.....	13
3	Metodologie práce.....	19
3.1	Charakteristika výzkumu	19
3.2	Charakteristika sledovaného souboru	19
3.3	Charakteristika použité metody	19
3.4	Výběr sledovaných postupů.....	21
3.5	Postup digitalizace obrazu	21
3.6	Charakteristika sledovaných proměnných	23
3.7	Popis a charakteristika sledovaných (základních) poloh	24
4	Výsledková část	30
5	Diskuse.....	39
6	Závěr	55
7	Soupis použité literatury	61

1. Úvod

1.1 Aktuálnost tématu, nastínění problémů

Nadhazovač začíná každou rozehru a určuje nadhozem její další ráz. Spolu se zadákem ovlivňují až 70 % týmového herního výkonu. (Süss, 2003). Během vrcholového softbalového zápasu jsou nadhazovači při hře svého týmu v obraně extrémně zatíženi - jak psychicky, tak fyzicky. Psychická zátěž je kromě vlastního emocionálního prožitku jedince zvětšena tlakem okolí, pocitem že nesmí v klíčové situaci zklamat. Kromě svých povinností v poli se nadhazovači musí soustředit na správné provedení nadhozu, aby míč našel to pravé místo podle signálů chytače či trenéra, a to s nejvyšší možnou rotací a většinou i rychlostí. Fyzická zátěž je dána opakovaným prováděním pohybu, lokálními zatíženími až přetěžováními nadhazovací paže a často umocněna o snahu provést nadhoz v maximální rychlosti. Nadhazovači jsou tak vystaveni vysokému riziku zranění nadhazovací paže, pokud nadhoz neprovedou technicky správně. Na paži v okamžiku vypuštění míče může působit negativní síla rovnající se 50% - 150% tělesné váhy. (Süss a Zahálka, 2000). Hlavním cílem nadhazovače je tedy předvést strategický nadhoz, aniž by se zranil. Přitom se snaží soupeři znemožnit odpal, a to vše musí probíhat v souladu s pravidly. Nadhazovač by tudíž měl, ať už po vlastním úsudku nebo na signál, provést určitou techniku nadhozu, a to co nejsprávněji, aby se minimalizovalo působení negativní síly.

Jak ale poznat správně provedenou techniku? Na vrcholové úrovni se může jevit většina nadhozů jako technicky zdařených, obzvláště při vysoké rychlosti provedení. Zde se naskýtá prostor pro využití videozáznamu, který dokáže odhalit detaily a nedostatky, běžně našemu oku skryté. Při zpomaleném záznamu se nám může podařit rozpoznat změněné polohy některých segmentů, ale to není pro přesný rozbor techniky pohybu zcela dostačující. Pro detailní rozbor techniky se využívá kinematická analýza a kinematické metody, které sledují pohyb bez ohledu na příčiny, které jej způsobují. Ze základních parametrů – dráha, úhel – a jejich závislosti na čase můžeme odvodit další veličiny pomocí derivování (Janura a Zahálka, 2004). Pomocí kinematické analýzy a

takto získaných výsledků tak můžeme zjistit odchylky od správné techniky nadhozu. Aplikací poznatků v praxi se nadhazovači mohou snažit minimalizovat jakékoliv odchylky od správné techniky a vyvarovat se tím rizika přetížení či zranění nadhazovací paže. Navíc s kombinací dobré fyzické připravenosti lze očekávat zvyšování rychlosti nadhozů a tím i větší úspěšnost nadhazovačů.

1.2 Cíle a úkoly práce

Cílem diplomové práce je zjistit zda se mění provedení nadhozů u vrcholové softbalové nadhazovačky při (třech) různých provedení nadhozů a pokud ano, pak zjištěné změny popsat.

Úkoly práce:

- Natočit videozáznamy opakovaných nadhozů různými technikami u vrcholové softbalové nadhazovačky.
- Vybrat a popsat tři provedení pro další zkoumání.
- U každé ze tří zvolených způsobů nadhozů vybrat nejméně tři videozáznamy zdařených pokusů.
- Provést digitalizaci všech videozáznamů v konečném výběru.
- Charakterizovat sledované polohy nadhozu.
- Definovat sledované proměnné veličiny.
- Získat výstupy z analyzovaných videozáznamů.
- Vyhodnotit a porovnat změny kinematických proměnných mezi technikami.

2. Teoretická východiska

2.1 Teoretické poznatky – východiska práce

2.1.1 Pravidla nadhazování týkající se provedení nadhozu

Před začátkem nadhozu musí nadhazovač zaujmout postavení na nadhazovací metě čelem k pálkaři s míčem v obou rukou před tělem, a takto spočinout v naprostém klidu nejméně dvě a nejvýše pět sekund. Nadhazovací mety se musí dotýkat oběma nohama a pevně na nich stát. Boky musí mít rovnoběžně se spojnicí první a třetí mety.

Nadhoz začíná poté co se ruce spojené před tělem rozpojí, resp. jedna ruka se přestane dotýkat míče.

Během nadhozu musí zůstat obě nohy na nadhazovací metě, až do vykročení jednou nohou. To musí nastat současně s vypuštěním míče z ruky, směřovat k pálkaři a je omezeno šířkou nadhazovací mety (61 cm). Stojnou nohou se nadhazovač k výkroku může z mety odrazit a nemusí s ní zůstat v kontaktu, pokud se bude po celou dobu výkroku stojná noha dotýkat země. Jestliže stojná noha sklouzne napříč nadhazovací metou ale zůstane s ní v kontaktu, není to považováno za vykročení.

Samotný pohyb nadhazovací paže je vymezen v pravidlech zákazy.

Nadhazovač nesmí:

- Rozpojit ruce, švihnout s nimi dozadu a zpět a opět je spojit před tělem.
- Švihový pohyb vpřed, prováděný nadhazovací paží, přerušit nebo změnit jeho směr v opačný.
- Při nadhozu otočkou provést paží více než jeden kruh, ale před zahájením otočky je povoleno provést náprah vzad. Může se tedy stát, že ruka mine bok dvakrát.

- Během dokončení oblouku mít zápěstí od těla dále než loket, ale ruka musí být níže než bok.
- Po vypuštění míče pokračovat v otáčivém pohybu paže, naopak musí pohyb ruky a paže směřovat vpřed před tělo. (Komise rozhodčích ČSA, 2006)

2.1.2. Nadhazovací styly

Během vývoje softballu vznikly dva základní nadhazovací styly – nadhoz otočkou a nadhoz prakem. Na první pohled se liší provedením nápřahu (u otočky je to pohyb po kruhu, u praku zášvih), ale existují zde i další rozdíly v technice, např. rotace boků, poloha ramen, místo vypuštění míče,... Oba styly však mají podobnou mechaniku a vyžadují stejné principy pohybu a pákového převodu (Süss, 1998). Nadhoz otočkou je v současnosti používán většinou nadhazovačů a nadhazovaček, i proto, že je poněkud jednodušší. Zatěžuje však více paži a rameno, jelikož vede k menší rotaci těla. Nadhoz prakem je koordinačně náročnější a techničtější, klade větší důraz na rotaci trupu. (Süss, 2003).

V dalším popisu se zaměřuji na techniku nadhozu otočkou, protože sledovaná nadhazovačka používá právě tento nadhazovací styl.

2.2 Technika nadhozu otočkou

2.2.1 Držení míče

Držení míče je záležitost naprosto individuální, je povoleno jakékoli uchopení míče. Míč se z převážné většiny drží v prstech, aby byla využita všechna síla. Podle velikosti a síly ruky nadhazovače a jejího vztahu k velikosti míče volíme uchopení dvěma, třemi či čtyřmi prsty (obr. 1). Nejlepší kontrolu, rotaci a rychlost nadhozu poskytuje držení dvěma prsty. Úchop je pevný, aby se předešlo upuštění míče, nesmí ale být křečovitý. Míč se drží přes švy, konce prstů by měly být umístěny až za švy. Ruka tak získá lepší

kontakt s míčem a udělí mu větší točivý moment. Konkrétním držením a rozložením prstů na míči jsou charakterizovány různé typy nadhozů.

Obrázek 1 Úchopy míče různým počtem prstů (Waage, 2002)



2.2.2 Základní postoj

Základní postoj je postavení na metě před začátkem nadhozu, tak jak je vymezeno pravidly (2.1.1, 1.odst.). Postoj je uvolněný, míč může být držen oběma rukama před tělem kdekoli mezi boky a hlavou. Rozlišujeme dva základní postoje na metě – úzký a široký. Jejich společnými znaky jsou dotek mety špičkou výkročné (zadní) nohy a postavení zadní poloviny chodidla pivotové (stojné) nohy na metě. Jak název napovídá, liší se postoje vzdáleností obou chodidel, široký postoj je stabilnější, jelikož využívá nadhazovací metu v celé její šířce. Úzký postoj oproti tomu umožňuje snadnější rotaci ramen a boků při nadhozu. Obecně je ale širší postavení individuální záležitostí, je důležité zajistit co nejlepší rovnováhu, ale přitom se v postoji cítit pohodlně.

Nadhazovač využívá základní postavení k ustanovení rytmu a k přenesení váhy na výkročnou nohu před zahájením nadhozu. Přenesení váhy umožňuje nadhazovači zvýšit hybnost a sílu při výkroku. (Süss, 2003).

2.2.3 Mechanismus nadhozu

1) Výkrok

Pro uskutečnění výkroku je důležité v základním postoji provést mírný předklon těla vpřed, aby se váha přenesla na pivotovou nohu a byl tak umožněn efektivní výkrok. Těsně před vykročením nadhazovač pootočí špičku pivotové nohy ke třetí metě, pokud už tak neučinil v základním postoji. Následuje výkrok výkročnou nohou vpřed, který je umocněn odrazem pivotové nohy od mety. V průběhu výkroku by se měla pata pivotové nohy odpoutat od mety, a v kontaktu se zemí má zůstat pouze špička. Výkrok by měl být veden pokrčenou nohou směrem k domácí metě, noha dokračuje naplocho, případně s váhou mírně posunutou ke špičce a stále pokrčená, aby ztlumila náraz na zem. Chodidlo výkročné nohy směřuje při dokroku k domácí metě, nebo je mírně natočeno špičkou směrem ke třetí metě (u praváka). Maximálně však do úhlu 45° a s palcem na pomyslné spojnici nadhazovací a domácí mety, aby nebránilo rotaci těla (obr. 2). Délka výkroku je různá, závisí na výšce nadhazovače, jeho individuálních schopnostech a na typu nadhozu, jaký chce hodit. Stručně je možno říci, že výkrok je tak dlouhý, aby ho nadhazovač byl schopen „ustát“. Délka výkroku působí negativně na množství síly vyvinuté nadhazovačem. Příliš krátký výkrok nutí nadhazovače házet pouze paží, většinou takový nadhoz směřuje dolů. Naopak příliš dlouhý výkrok směřuje většinou nahoru, míč může být vypuštěn příliš brzy, ještě před dokročením.

Obrázek 2 Postavení nohou při výkroku (Joseph, 2002)



2) Nápřah

Nápřah začíná současně s výkrokem. Ruce se rozpojují současně s předkloněním trupu, přibližně mezi břichem a hlavou. Nadhazovací paže se zvedá kolmo vzhůru a pohybuje se po kruhové dráze vzad, ramena a boky rotují dozadu od pálkaře, ruka s rukavicí je držena nahoře. Kruhová dráha by měla být co nejdelší, pokud možno ležet v rovině kolmé k zemi a co nejbližší k tělu. To vše proto, aby byla míči předána největší možná síla. Pro kontrolu správnosti polohy kruhové dráhy v první polovině oblouku se má paže při průchodu kolem hlavy otřít bicepsem o ucho. Celý pohyb je veden zadní stranou paže. Na vrcholu své dráhy se paže začne otáčet dlaní ke třetí metě a pokračuje v rotaci dopředu. Od tohoto okamžiku musí být zápěstí po celou dobu, až do vypuštění míče, maximálně ohnuto vzad (hyperextendováno).

3) Silová fáze

Silová fáze je dána přesnou koordinací rotace boků s pohybem nadhazovací paže. Při pohybu nadhazovací paže po zadní části oblouku dolů do oblasti boků se ramena a boky začínají otáčet směrem k domácí metě. Zapojením boků do pohybu se na míč přenáší více síly a uvolňuje se zátěž kladená na rameno nadhazovací paže. Pohyb boků má předcházet pohybu ramen, rotace je umožněna protipohybem paže s rukavicí a hlavně odrazem pivotové nohy z mety. Všechny tyto pohyby ústí v konečné postavení čelem k pálkaři. Již od došlapu výkročnou nohou je tělo ve vzpřímené poloze až po vypuštění míče. Správnou polohu kruhové dráhy nadhazovací paže v dolní polovině oblouku potvrdí otření napjaté ruky o bok, zápěstí je stále hyperextendováno.

4) Fáze vypuštění míče

Při vypuštění míče spočívá výkročná noha na zemi, je mírně pokrčená, špička směřuje co nejvíce k domácí metě. Chodidlo stojné nohy míří ke třetí metě a i po odrazu z mety těsně před vypuštěním míče zůstává noha pokrčená, špička je tažena po zemi. Celé tělo je vzpřímené, nadhazovací paže se dotkne boku těsně před dokončením protirotační paže s rukavicí a rotací těla do základní polohy a

vypouští míč. Celková váha těla se prudce posouvá vpřed. V okamžiku vypuštění míče je paže napjatá, směřuje kolmo k zemi, zápěstí přechází švihem z hyperextenze do flexe. Klíčovým bodem je zde synchronizace švihu zápěstí a pohybu těla. Při špatné synchronizaci může míč letět do země nebo být příliš vysoký.

5) Dokončení pohybu

Dokončení pohybu je činnost od vypuštění míče po uvedení těla do klidové polohy. Výkročná noha zůstává na svém místě, nehybná, pokrčená. Stojná noha je také stále pokrčená, je tažena špičkou po zemi dopředu k levé straně výkročné nohy a dokončuje svůj pohyb souběžně nebo téměř souběžně s výkročnou nohou. Tím se zakončí rotace boků, které jsou opět rovnoběžné se spojnicí první a třetí mety, stejně jako ramena. Váha těla se rozloží rovnoměrně na špičky obou nohou. Horní část těla je včetně hlavy vzpřímená, oči sledují po celou dobu cíl. Ruka s rukavicí se stahuje na úroveň pasu, rukavice je otočena k domácí metě. Nadhazovací paže pokračuje v pohybu vpřed a dokončuje jej v různých směrech v závislosti na druhu nadhozu. Celkově je tělo při dokončení uvolněné, nadhazovač zaujímá vyváženou polohu, aby se mohl zapojit do další obranné činnosti družstva.

2.3 Popis analyzovaných druhů nadhozu

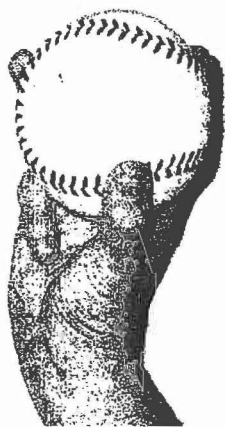
Základním druhem nadhozu je přímý nadhoz. Ten je však málokdy používán, protože každý nadhoz určitou měrou nějak rotuje a mění směr. Po jeho perfektním zvládnutí se užívá jako základní kámen pro výuku dalších technických nadhozů. Každý technický nadhoz je determinován třemi základními faktory – rotací, umístěním a rychlostí. Dráha letu je ovlivňována odporem prostředí, větrem, vlhkostí vzduchu a dalšími faktory. Proto jsou technické nadhozy nejtěžší a nejvíce ceněnou činností nadhazovače. *Nejpoužívanějšími druhy technických nadhozů jsou stoupavý nadhoz, padavý nadhoz a nadhoz se změněnou rychlostí. Ostatní nadhozy jsou odvozeninami nebo kombinacemi*

těchto tří základních nadhozů. (Knobloch a kol, 1997) Proto jsme také pro zkoumání zvolili právě tyto tři základní technické nadhozy.

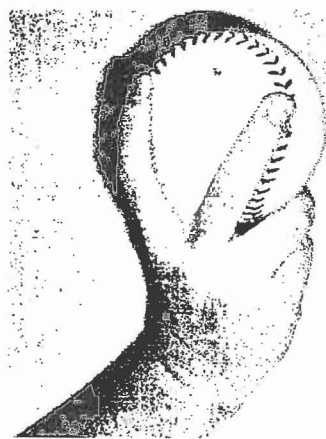
Padavý nadhoz (drop ball)

Aby byl nadhoz opravdu padavý, musí mít vrchní rotaci, neboli musí rotovat dolů. Míč můžeme držet dvěma, třemi či čtyřmi prsty, pouze první článek prstů překrývá švy. Preferuje se však držení dvěma prsty, protože aktivita zápěstí i rychlost jsou větší. Další variabilita v držení je možná díky volbě rotace přes dva nebo čtyři švy. U obou držení palec spočívá například na boku švu a prostředníček na boku sousedního švu (Veroni, 1998). Rozdíl je v položení ukazováčku, při rotaci přes dva švy spočívá rovnoběžně vzhledem k zakřivení švu ve tvaru C. Při rotaci přes čtyři švy musí ukazováček ležet rovnoběžně s rovným švem (obr. 3). Umístění palce na boku švu je na kraji, nebo v polovině vzdálenosti ukazováčku a prostředníčku a nebo v bodě, který je nadhazovači nejpříjemnější. Všechny prsty na míči by ho měly svírat stejnou silou.

Obrázek 3 Uchopení pro rotaci přes dva (obr. 3 a) a čtyři (obr. 3 b) švy (Veroni, 1998)



Obr. 3 a



Obr. 3 b

Výkrok je při padavém nadhozu kratší než obvykle, po jeho dokončení se má nadhazovač lehce naklonit nad výkročnou nohu. Toto naklonění umožní nadhazovači vypustit míč ve vyšším bodě a přitom zachová klesající úhel nadhozu. Navíc, když ruka

míjí boky, nadhazovač začne rolovat ruku přes vršek míče a udělí mu tak rotaci směrem dolů. Po vypuštění jdou zápěstí a prsty přímo vzhůru, ruka končí orientována dolů přes pravou nohu (u praváka), tělo je lehce ohnuto v pase a rameno se natáčí před tělo (obr. 4).

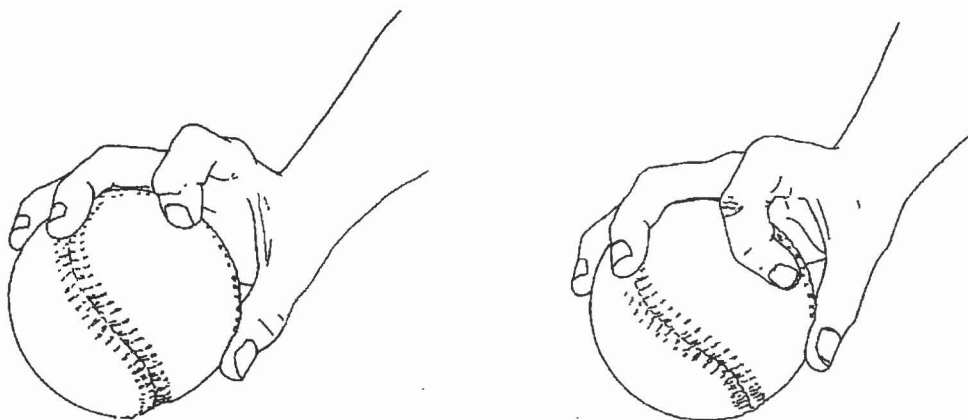
Obrázek 4 Dokončení padavého nadhozu (Veroni, 1998)



Stoupavý nadhoz (rise ball)

Nejobtížnějším úkolem při házení stoupavého nadhozu je vystihnout správnou rotaci míče. Při zpětné rotaci na základě aerodynamiky dochází na horní hraně míč k podtlaku a míč stoupá. Cílem je tedy udělit míči zpětnou rotaci, bez jakékoli boční rotace aby byl nadhoz nejúčinnější. Přímá zpětná rotace však může být často porušena přetočením zápěstí, jiným dokončením nadhozu nebo neschopností zachovat nastavení ramen a boků. Uchopení míče se provádí dvěma nebo třemi prsty, ukazováček je ohnutý a zapřený o šev míče bříškem prstu nebo prvním kloubem (obr. 5). Nadhazovač by se měl snažit umístit co nejvíce prstů na švy, aby měl lepší úchop a švih. Pokud bezpečně ovládá správnou rotaci, záleží individuálně na nadhazovači, zda zvolí rotaci přes dva nebo čtyři švy.

Obrázek 5 Různé způsoby opory ukazováčku o šev při stoupavém nadhozu (Joseph, 2002)



Postoj je při stoupavém nadhozu lehce posunut zpět, váha těla by měla spočívat za přední nohou. Po vykročení má nadhazovač směřovat levým ramenem přímo vpřed a o trochu výše než ramenem nadhazovací paže. Boky zůstávají otevřeny až do vypuštění míče. Vypuštění míče probíhá ve vyšším bodě, těsně před průchodem paže kolem boků, ruka by měla být pod míčem, palec ukazuje směrem vzad. Vypuštění míče je provedeno ostrým švihnutím zápěstí vpřed. Po vypuštění míče se přesune váha zpět na pivotovou nohu, kousek za nohu výkročnou. Záda jsou lehce prohnuta, hrud' směřuje vpřed, ruka dokončuje pohyb vysoko.

Obrázek 6 Dokončení stoupavého nadhozu (Veroni, 1998)



Zpomalený nadhoz (change-up)

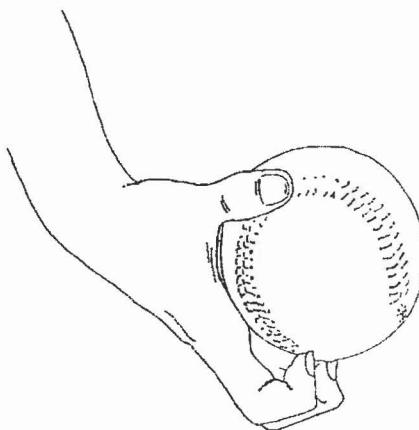
Cílem zpomaleného nadhozu je znejistit pálkaře v jeho rovnováze a načasování, vyvést ho z rytmu. Nadhazovač musí překvapit pálkaře náhlým zpomalením rychlosti obvyklého nadhozu a proto musí provádět všechny pohyby až do vypuštění stejně a se stejnou rychlostí jako u normálního nadhozu. Z hlediska účelnosti je třeba, aby si nadhoz zachoval zdání rovné dráhy letu a zasáhl strike zónu.

Aby nadhazovač dosáhl žádaného zpomalení ale přitom zachoval maximální rychlost paže, musí omezit švih zápěstí a dokončení pohybu. Omezení švihů zápěstí je zajištěno upravením úchopu. Je třeba zkrátit vzdálenost míče směrem do dlaně a zvětšit plochu tření míče v ruce. Možné úchopy jsou např. hluboko v dlani (klouzavý nadhoz) nebo s pokrčením kloubů („knuckle“ nadhoz).

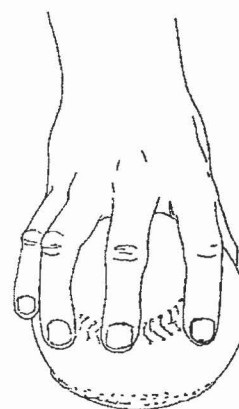
Obrázek 7 Různé způsoby uchopení míče při zpomaleném nadhozu (7 a - Veroni, 1998; 7 b, c – Joseph, 2002)



Obr. 7a



Obr. 7 b



Obr. 7 c

Pro zachování momentu překvapení, je samozřejmě třeba, schovávat co nejdéle úchop v rukavici. V okamžiku vypuštění míče se má ruka otočit dolů, malíkovou hranou

k zemi. Paže dokončuje pohyb buď silou při straně těžkým otřením předloktí o bok nebo natažená vpřed k pálkaři jako by strkala míč z ruky.

Obrázek 8 Dokončení zpomaleného nadhozu (Veroni, 1998)



3. Metodika práce

3.1 Charakteristika výzkumu

Jedná se o případovou studii, která má charakter deskripce vybrané dovednosti pomocí 3D kinematické analýzy.

3.2 Charakteristika sledovaného souboru

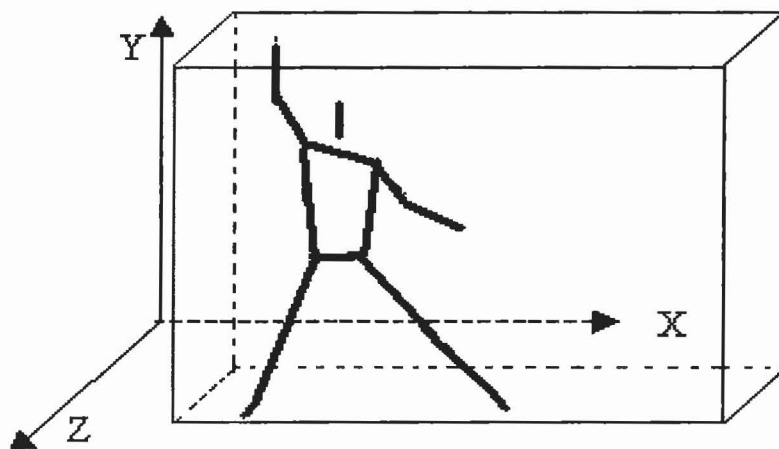
Pro případovou studii jsme zvolili soubor o četnosti $n = 1$. Jedná se o nadhazovačku 25 let starou, hrající 18 let. V současné době je členkou reprezentačního družstva žen v softballu a hraje 1. ČSL.

3.3 Charakteristika použité metody

Pro popis změn v provedení jednotlivých nadhozů jsme využili kinematickou analýzu, která spadá do kinematografických vyšetřovacích metod. Kinematické analýzy jsou metody pro sledování polohy snímaného objektu nebo jeho částí pomocí kinematických veličin (vzdálenost, čas) (Janura a Zahálka, 2004). V našem případě byl pohyb objektu zaznamenáván pomocí digitálního videozáznamu. Při prostorové 3D analýze je nezbytné natáčet pohyb z minimálně dvou kamer a je třeba zajistit, aby byly viditelné všechny hlavní sledované body lidského těla. Pro určení velikostí je zapotřebí sledovaný obraz kalibrovat, to znamená umístit do něj měřítko, podle kterého je možné polohu sledovaného bodu přesně určit.

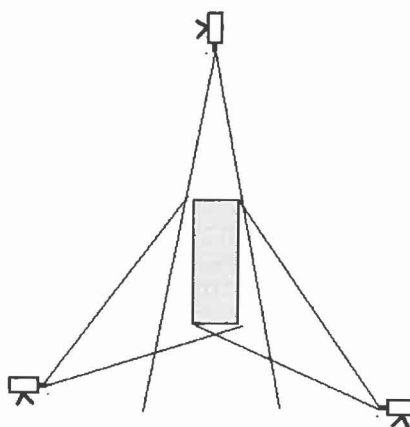
Měřený prostor byl kalibrován kvádrem složeným ze dvou částí s vnějšími rozměry 1 x 2 x 4 m. Reálný zobrazený prostor měl šíři větší než 5 m. Reálná situace umístění kalibračního kvádru je znázorněna na obrázku 9.

Obrázek 9 Souřadnicový systém a umístění kalibračního kvádru



Umístění kamer pro sledování nadhozů je ukázáno na obrázku 10. Pro snímání obrazu byly použity kamery Sony s frekvencí 25 obrázků za sekundu. Parametry použitých kamer: ohnisková vzdálenost $f = 28$ mm, zobrazované pole 720×576 pixelu.

Obrázek 10 Umístění kamer pro snímání pohybu



Pro prostorovou 3D analýzu natočených záběrů jsem použila Conspport Motion Analysis System (CMAS). Tento systém je tvořen propojením stolního PC a profesionální videotechniky Panasonic. Pro výpočet prostorových souřadnic 3D byla použita metoda DLT (Direct Linear Transformation – přímá lineární transformace).

Celý proces se skládá z tří dílčích kroků: digitalizace videozáznamů, vyhlazení dat a nadefinování proměnných.

3.4 Výběr sledovaných pokusů

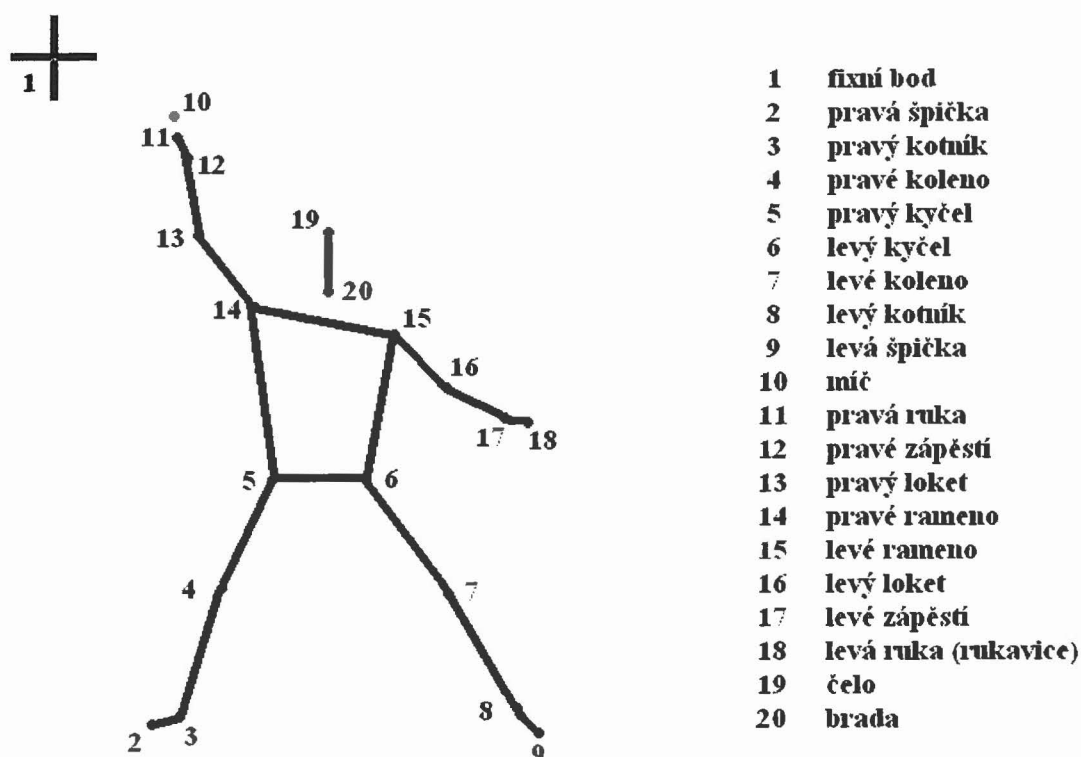
Jako sledované nadhozy jsme určili padavý, stoupavý a zpomalený nadhoz. Na základě konzultace s vedoucím práce a sledované hráčky jsme vybrali dvanáct technicky zdařených pokusů - tři padavé nadhozy, tři stoupavé a šest zpomalených. Vzhledem k faktu, že nadhazovačka nadhazovala zpomalený nadhoz dvěma způsoby, vybrali jsme z každého provedení tři pokusy. Pro sledování změn v jednotlivých technikách jsme z videozáznamů stanovili šest základních poloh nadhozu, které se vyskytují v každém provedení nadhozu.

3.5 Postup digitalizace obrazu

K digitalizaci jsem přistoupila po nastavení vybraného záznamu ve videotechnice. Aby byl zachycen celý rozsah pohybu – od základního postavení až po dokončení pohybu – stanovili jsme počet snímků potřebných pro digitalizaci jednoho pokusu na 41. Pro orientaci mezi jednotlivými pokusy jsme určili výchozí polohu pro odpočet začátku pokusu. Tato poloha nastala právě v době vypuštění míče z ruky a odpovídala při každém pokusu snímku číslo 35. Na vybraném videozáznamu jsem tedy odpočítala od výchozí polohy začátek pokusu a od snímku číslo 1 až do snímku číslo 36 pak opakovala stejný postup, kterým se převede videozáznam do počítače. Tento postup spočívá ve vybrání určitých segmentů – klíčových bodů z videozáznamu a jejich definování pomocí myši. Body jsou podobné při různých biomechanických analýzách,

většinou to jsou klouby, případně body ohraničující některé segmenty těla. Vybrala jsem 20 bodů, jejich umístění a popis je uveden na obrázku 11.

Obrázek 11 Rozmístění klíčových bodů



Jediným speciálním bodem je fixní bod, je to bod, který se vyskytuje na všech snímcích a je stále stejný, jeho poloha se na žádném snímku nemění. K tomuto bodu se budou vztahovat ostatní body, zadáváme ho na každém snímku jako první. Na každém snímku jsem tedy označila 21 bodů, které se uložily do paměti počítače. Po analyzování vybraného videozáznamu z jedné kamery, jsem analyzovala videozáznam téhož nadhozu z druhé kamery. Systém CMAS stanoví díky DLT algoritmu a získaným údajům (digitalizace záznamů obou kamer a body kalibračních krychlí) prostorové souřadnice jednotlivých bodů. Spojením jednotlivých bodů do segmentů se vytvoří souřadnice lidského těla (Süss a Zahálka, 2000). Tak získáme model sledované dovednosti v prostoru, se kterým umí systém dále pracovat. Ze souřadnic získáme

trajektorie jednotlivých částí těla a můžeme sledovat jejich pohyb, vzdálenosti, časy, úhlové rychlosti, atd. Díky těmto údajům je možné rozlišit lidským okem nepostřehnutelné změny v provedení jednotlivých technik.

S nepatrnou nepřesností je třeba počítat při zadávání klíčových bodů, hlavně kloubů, tato odchylka je však standardní u všech snímků. Pro odstranění takovýchto rušivých faktorů, nebo alespoň jejich oslabení jsem provedla vyhlazení (smoothing). Posledním krokem k získání výstupů (kinogramy, číselné údaje, grafy) pak bylo nadefinování sledovaných proměnných.

3.6 Definice a charakteristika sledovaných proměnných

1. Trajektorie P špička v y: charakterizuje vertikální změny polohy špičky nohy.
2. Trajektorie L špička v y: charakterizuje vertikální změny polohy.
3. Trajektorie L koleno v y: charakterizuje vertikální změny polohy.
4. Trajektorie P koleno v y: charakterizuje vertikální změny polohy.
5. Trajektorie L bok v y: charakterizuje vertikální změny polohy.
6. Trajektorie P bok v y: charakterizuje vertikální změny polohy.
7. Trajektorie P kotník v rovině xz: deskripce pohybu kotníku stojné nohy – průmět do roviny hřiště.
8. Trajektorie P zápěstí v rovině xy: slouží ke stanovení dílčích fází pohybu, zejména okamžiku vrcholu náprahu.
9. Trajektorie P zápěstí v rovině xz: charakterizuje polohu zápěstí vzhledem k rovině otáčení paže.
10. Vzdálenost P – L kotník: určuje postavení chodidel v základním postavení, v průběhu pohybu určuje velikost výkroku.

11. Rychlost míče: jedna ze základních proměnných, které charakterizují výsledek dovednosti nadhazování.
12. Rychlost P zápěstí: charakterizuje podíl "vlivu" rychlosti v zápěstí na celkovou rychlost míče.
13. Rychlost L kolene: charakterizuje rychlost výkroku.
14. Rychlost L zápěstí: charakterizuje změny rychlosti v pohybu levé paže a její podíl na dynamice nadhozu.
15. Úhel spojnice boků k rovině xy: charakterizuje vytočení boků.
16. Úhel spojnice boků k rovině xz: charakterizuje "náklon" roviny boků (úklon ve vertikální rovině).
17. Úhel L chodidlo k rovině xy: charakterizuje vytočení špičky levého chodidla od směru k domácí metě.
18. Úhel P chodidlo k rovině xy: charakterizuje vytočení špičky pravého chodidla od směru k domácí metě.
19. Úhel spojnice boků a spojnice ramen: charakterizuje natočení ramen vůči bokům.
20. Úhel holeně a stehna v L kolenu: charakterizuje pokrčení levé nohy.
21. Úhel holeně a stehna v P kolenu: charakterizuje pokrčení pravé nohy.
22. Úhel předloktí a paže v L lokti: charakterizuje pokrčení levé paže.
23. Úhel předloktí a paže v P lokti: charakterizuje pokrčení pravé paže.
24. Úhel bok a nadloktí v L rameni: charakterizuje odtažení levé paže od trupu.

Všechny proměnné jsou sledovány v závislosti na čase a definovány k určitým segmentům. Jejich změny v šesti základních polohách zhodnotím v části diskuze.

3.7 Popis a charakteristika sledovaných (základních) poloh

Pro sledování proměnných jsme zvolili 6 základních poloh v softballovém nadhozu:

1. základní postavení

Jako základní postavení uvažujeme postavení nadhazovače na nadhazovací metě v klidové poloze před zahájením nadhozu, tak jak je vymezeno pravidly.

Nadhazovač tedy stojí čelem k pálkaři, boky má rovnoběžně se spojnicí první a třetí mety, míč v rukách spojených před tělem. Váha těla spočívá na obou nohách, obě nohy se dotýkají mety. Variabilita základního postavení je dána hlavně držením míče před tělem a postojem na metě. Míč může být držen kdekoli před tělem, tedy v rozmezí mezi boky a hlavou. Postoj může být úzký nebo široký či jinak individuálně přizpůsobený za předpokladu, že se obě nohy dotýkají mety.

Obrázek 12 Základní postavení - kinogram



Pro odečet proměnných je toto postavení definováno časem nula sekund, je to tedy první digitalizovaný snímek na videozáznamu.

2. začátek výkroku

Jako začátek výkroku volíme postoj, kdy výkročná noha (u analyzované nadhazovačky je to levá) zahájí svůj pohyb vpřed, směrem k domácí metě. Ruce se rozpojují, většinou za současného pohybu paží vzhůru a nadhazovací paže

(pravá) se pohybuje vpřed a vzhůru kolem ramene. Hlava a (levá) paže s rukavicí udržují rovnováhu.

Obrázek 13 Začátek výkroku – kinogram



Začátek výkroku je moment, kdy se rychlost výkročnénoho (levého) kolene začne zvyšovat. Přesný čas této změny se zjistí odečtem z grafu proměnné rychlost L kolene.

3. vrchol nápřahu

Vrchol nápřahu je pozice, ve které se ruka s míčem nachází v nejvyšším bodě kruhu opsaného paží. Má nastat těsně před dokončením výkroku (dopadem výkročné nohy). Zápěstí musí být maximálně ohnuto dozadu po celou dobu švihů. Nadhazovací paže je maximálně extendovaná, ale i uvolněná a snaží se opsat největší možný kruh, co nejbližší tělu. Rovina ve které kruh leží, je kolmá k zemi. Při průchodu kolem hlavy by se měl biceps otřít o ucho nadhazovačky a dlaň by se měla začít otáčet ke třetí metě a paže pokračuje v rotaci dopředu. Hlava, ramena, boky a výkročná noha směřují k zadákovi, ramena a boky k němu ještě nejsou zcela dotočené. Stojná noha je mírně flexovaná, její chodidlo je otočeno ke třetí metě. Paže s rukavicí je natažená vpřed, alespoň rovnoběžně se zemí nebo výše, ve směru zadáka a pomáhá udržovat rovnováhu. Klíčová při udržení rovnováhy je však hlava, její kolmý průmět na zem by měl ležet na spojnici chodidel.

Obrázek 14 Vrchol nápřahu – kinogram

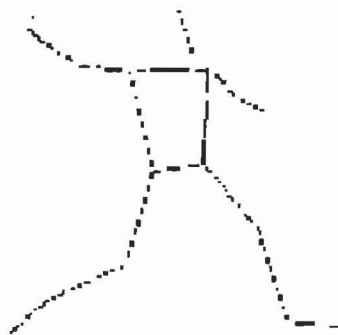


Vrchol nápřahu je největší dosažená vzdálenost zápěstí nadhazovací paže od země. Doba, ve které vrchol nastane, se odečte z kinogramu nadhozu.

4. konec výkroku

Konec výkroku nastává v okamžiku došlapu výkročné nohy na zem. Má nastat těsně po dosažení vrcholu nápřahu. Postavení těla je velice podobné tomu při vrcholu nápřahu, s tím rozdílem, že všechny rotace jsou dokončené. Výkročná noha spočívá na zemi, je maximálně extendována, její chodidlo je otočeno od první mety asi o 30° ke třetí metě (u pravačky). Ruka s míčem se nachází v horní třetině zadního půlkruhu. Tělo je při došlapu vzpřímené a mělo by tak zůstat až do vypuštění míče.

Obrázek 15 Konec výkroku – kinogram

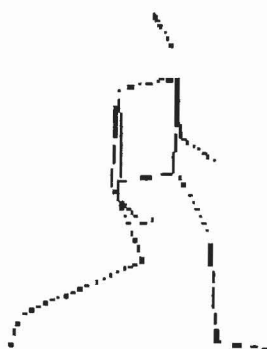


Konec výkroku nastane, až se vzdálenost špičky výkročné nohy od země bude opět rovnat nule. Tento okamžik se odečte z grafu proměnné trajektorie L špička v y.

5. vypuštění míče

Vypuštění míče je okamžik, kdy nadhazovačka drží míč naposledy v ruce. Tělo je vzpřímené, stojná noha se odráží z nadhazovací mety, přičemž její špička stále směřuje ke třetí metě. Nadhazovací paže je napjatá, směřuje kolmo k zemi, ramena a boky se razantně otáčejí do výchozí polohy. Paže s rukavicí dokončuje protipohyb vzhledem k rotaci ramen a boků. Současný pohyb nadhazovací paže po oblouku dolů a odraz stojné nohy zajišťuje efektivitu nadhozu a mnohokrát zmenšuje riziko zranění nadhazovací paže. Dochází k flexi v kolením kloubu výkročné nohy, která je na celém chodidle a přenáší se na ní váha. Míč je vypuštěn švihnutím (flexí) zápěstí, synchronně s pohybem těla.

Obrázek 16 Vypuštění míče – kinogram



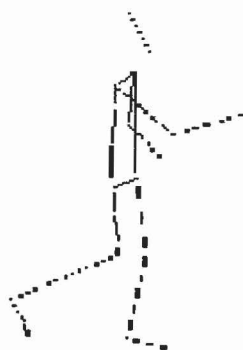
Doba vypuštění míče se odečte z kinogramu nadhozu.

6. dokončení pohybu

Za moment dokončení pohybu považujeme poslední digitalizovaný snímek v celkovém dokončení pohybu, nadhoz má již být kompletně ukončen. Při dokončení pohybu je celá váha přenesena na výkročnou nohu, která zůstává pokrčena, stejně jako stojná noha. Ta dokončila svůj pohyb vpravo od výkročné

nohy. Celá osa těla je nakloněna směrem vpřed, hlava je vzpřímená, ramena a boky se vrátily do původní pozice. Nadhazovací paže je plně flexovaná, dokončila pohyb vpřed ve směru závisejícím na druhu nadhozu. Ruka s rukavicí je držena na úrovni pasu. Celé tělo je uvolněné.

Obrázek 17 Dokončení pohybu – kinogram



Čas dokončení pohybu se rovná času posledního digitalizovaného snímku, tj. 1,6 sekund.

4. Výsledková část

Při kinematické analýze jsme u každého z dvanácti nadhozů dospěli k hodnotám dvaceti čtyř sledovaných proměnných v šesti základních polohách. Kompletní výsledkové tabulky každého pokusu přikládám v příloze 1. V této části uvádím data vhodně uspořádaná pro další srovnávání a hodnocení, u každé sledované proměnné jsou v tabulce uvedeny její hodnoty ve všech dvanácti nadhozech a šesti základních polohách. Navíc v tabulce 1 je shrnut časový průběh jednotlivých nadhozů. Označením 1. zpomalený a 2. zpomalený rozumíme zpomalený nadhoz provedený jedním a druhým způsobem.

Tabulka 1 Časy základních poloh (s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0	0,72	1,24	1,32	1,36	1,6
Padavý 2	0	0,72	1,28	1,32	1,36	1,6
Padavý 3	0	0,76	1,24	1,32	1,36	1,6
1. Zpomalený 1	0	0,72	1,2	1,24	1,36	1,6
1. Zpomalený 2	0	0,72	1,2	1,24	1,36	1,6
1. Zpomalený 3	0	0,72	1,2	1,24	1,36	1,6
Stoupavý 1	0	0,72	1,2	1,28	1,36	1,6
Stoupavý 2	0	0,72	1,24	1,28	1,36	1,6
Stoupavý 3	0	0,72	1,2	1,28	1,36	1,6
2. Zpomalený 1	0	0,68	1,16	1,36	1,36	1,6
2. Zpomalený 2	0	0,64	1,2	1,24	1,36	1,6
2. Zpomalený 3	0	0,68	1,2	1,28	1,36	1,6

Tabulka 2 Trajektorie P špička v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,02	0	0	0,01	0	0
Padavý 2	0,03	0,01	0	0	0,01	0
Padavý 3	0,01	0	0	0	0	0,01
1. Zpomalený 1	0,01	0	0	0	0	0,06
1. Zpomalený 2	0,02	0	0	0,01	0	0,01
1. Zpomalený 3	0	0	0	0	0,01	0,09
Stoupavý 1	0,02	0	0,01	0,01	0	0,03
Stoupavý 2	0,01	0	0,01	0,01	0	0
Stoupavý 3	0,03	0,01	0	0	0	0,01
2. Zpomalený 1	0,02	0	0	0,01	0,01	0,06
2. Zpomalený 2	0,01	0	0	0	0	0,06
2. Zpomalený 3	0,02	0	0	0	0,01	0,04

Tabulka 3 Trajektorie L špička v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,02	0	0,1	0	0	0
Padavý 2	0,02	0	0,01	0	0	0
Padavý 3	0	0	0,08	0	0	0
1. Zpomalený 1	0,02	0	0,05	0	0,01	0,01
1. Zpomalený 2	0,01	0	0,04	0	0	0
1. Zpomalený 3	0	0	0,03	0	0	0
Stoupavý 1	0	0,02	0,14	0	0	0,01
Stoupavý 2	0,03	0,01	0,07	0	0	0,01
Stoupavý 3	0,02	0	0,12	0	0	0
2. Zpomalený 1	0,01	0,01	0,11	0	0	0
2. Zpomalený 2	0,01	0,01	0,04	0	0,01	0
2. Zpomalený 3	0,01	0	0,07	0	0	0

Tabulka 4 Trajektorie L koleno v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,41	0,46	0,55	0,48	0,48	0,48
Padavý 2	0,41	0,46	0,48	0,45	0,46	0,48
Padavý 3	0,4	0,45	0,54	0,47	0,48	0,47
1. Zpomalený 1	0,39	0,45	0,56	0,5	0,47	0,49
1. Zpomalený 2	0,43	0,46	0,53	0,47	0,48	0,49
1. Zpomalený 3	0,43	0,45	0,53	0,48	0,49	0,48
Stoupavý 1	0,39	0,46	0,59	0,45	0,48	0,52
Stoupavý 2	0,41	0,47	0,54	0,51	0,49	0,48
Stoupavý 3	0,43	0,45	0,56	0,45	0,46	0,48
2. Zpomalený 1	0,4	0,45	0,61	0,52	0,52	0,52
2. Zpomalený 2	0,41	0,46	0,52	0,49	0,49	0,47
2. Zpomalený 3	0,4	0,48	0,53	0,45	0,48	0,47

Tabulka 5 Trajektorie P koleno v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,46	0,49	0,43	0,44	0,43	0,48
Padavý 2	0,44	0,5	0,43	0,42	0,42	0,54
Padavý 3	0,3	0,49	0,42	0,43	0,43	0,47
1. Zpomalený 1	0,45	0,49	0,44	0,45	0,44	0,52
1. Zpomalený 2	0,44	0,5	0,45	0,43	0,43	0,51
1. Zpomalený 3	0,46	0,48	0,45	0,42	0,45	0,52
Stoupavý 1	0,43	0,5	0,44	0,41	0,42	0,43
Stoupavý 2	0,47	0,51	0,42	0,41	0,43	0,45
Stoupavý 3	0,44	0,48	0,44	0,43	0,41	0,43
2. Zpomalený 1	0,46	0,49	0,43	0,43	0,43	0,51
2. Zpomalený 2	0,44	0,5	0,4	0,38	0,42	0,5
2. Zpomalený 3	0,44	0,51	0,44	0,42	0,46	0,53

Tabulka 6 Trajektorie L bok v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,85	0,86	0,9	0,84	0,84	0,91
Padavý 2	0,84	0,87	0,83	0,79	0,81	0,91
Padavý 3	0,83	0,84	0,88	0,79	0,81	0,91
1. Zpomalený 1	0,81	0,85	0,9	0,86	0,85	0,93
1. Zpomalený 2	0,83	0,85	0,88	0,83	0,86	0,89
1. Zpomalený 3	0,83	0,84	0,9	0,84	0,86	0,95
Stoupavý 1	0,82	0,87	0,9	0,81	0,83	0,89
Stoupavý 2	0,82	0,86	0,87	0,83	0,81	0,88
Stoupavý 3	0,83	0,84	0,87	0,8	0,81	0,89
2. Zpomalený 1	0,82	0,87	0,9	0,85	0,85	0,92
2. Zpomalený 2	0,81	0,84	0,86	0,81	0,85	0,9
2. Zpomalený 3	0,82	0,87	0,88	0,8	0,82	0,88

Tabulka 7 Trajektorie P bok v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,87	0,86	0,85	0,83	0,83	0,92
Padavý 2	0,83	0,85	0,82	0,82	0,84	0,96
Padavý 3	0,85	0,84	0,85	0,8	0,81	0,92
1. Zpomalený 1	0,83	0,86	0,85	0,83	0,85	0,93
1. Zpomalený 2	0,83	0,86	0,86	0,83	0,81	0,91
1. Zpomalený 3	0,83	0,83	0,85	0,82	0,85	0,9
Stoupavý 1	0,81	0,87	0,84	0,78	0,79	0,86
Stoupavý 2	0,83	0,85	0,83	0,8	0,8	0,87
Stoupavý 3	0,84	0,83	0,81	0,8	0,8	0,82
2. Zpomalený 1	0,85	0,86	0,86	0,84	0,84	0,94
2. Zpomalený 2	0,83	0,84	0,83	0,81	0,86	0,92
2. Zpomalený 3	0,82	0,87	0,86	0,81	0,86	0,93

Tabulka 8 Trajektorie P kotníků v rovině xz (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,99	1,06	1,63	1,77	1,89	2,26
Padavý 2	1,02	1,04	1,63	1,73	1,84	2,22
Padavý 3	1,21	1,15	1,6	1,78	1,89	2,34
1. Zpomalený 1	1	1,14	1,67	1,75	2,03	2,41
1. Zpomalený 2	1,05	1,12	1,66	1,76	2,07	2,45
1. Zpomalený 3	1,09	1,2	1,72	1,79	2,11	2,46
Stoupavý 1	1,04	1,19	1,6	1,8	1,99	2,33
Stoupavý 2	1,02	1,1	1,65	1,74	1,93	2,28
Stoupavý 3	1,09	1,21	1,7	1,87	2,08	2,32
2. Zpomalený 1	1,03	1,15	1,64	2,13	2,13	2,32
2. Zpomalený 2	0,97	1,06	1,66	1,76	2,01	2,31
2. Zpomalený 3	1,04	1,09	1,61	1,8	2,01	2,37

Tabulka 9 Trajektorie P zápěstí v rovině xy (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	1,14	1,08	2,64	2,02	2,05	3,13
Padavý 2	1,08	1,04	2,37	2,06	2,15	3,22
Padavý 3	1,17	1,13	2,67	2,09	2,08	3,26
1. Zpomalený 1	1,08	1,09	2,68	2,43	2,38	3,41
1. Zpomalený 2	1,14	1,11	2,79	2,55	2,34	3,49
1. Zpomalený 3	1,18	1,16	2,7	2,42	2,55	3,44
Stoupavý 1	1,12	1,1	2,75	2,22	2,31	3,22
Stoupavý 2	1,12	1,05	2,6	2,31	2,14	3,22
Stoupavý 3	1,19	1,14	2,7	2,08	2,64	3,25
2. Zpomalený 1	1,13	1,11	2,78	2,66	2,66	2,31
2. Zpomalený 2	1,13	1,06	2,66	2,37	2,57	2,84
2. Zpomalený 3	1,14	1,06	2,75	2,23	2,31	2,91

Tabulka 10 Trajektorie P zápěstí v rovině xz (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,87	0,8	1,89	1,59	1,89	2,8
Padavý 2	0,7	0,81	1,68	1,62	1,97	2,75
Padavý 3	0,95	0,86	1,97	1,68	1,94	2,8
1. Zpomalený 1	0,83	0,79	1,89	1,7	2,27	2,92
1. Zpomalený 2	0,89	0,82	2,07	1,84	2,23	3,04
1. Zpomalený 3	0,93	0,88	1,93	1,76	2,44	2,95
Stoupavý 1	0,87	0,84	2,09	1,67	2,22	2,93
Stoupavý 2	0,89	0,84	1,86	1,66	2,03	2,89
Stoupavý 3	0,95	0,88	1,98	1,65	2,56	2,97
2. Zpomalený 1	0,87	0,8	2,04	2,54	2,54	3,02
2. Zpomalený 2	0,88	0,84	1,89	1,71	2,46	2,7
2. Zpomalený 3	0,89	0,8	2	1,68	2,21	2,77

Tabulka 11 Vzdálenost P – L kotník (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,4	0,47	1,06	1,04	0,97	0,69
Padavý 2	0,44	0,45	1,15	1,06	0,94	0,71
Padavý 3	0,49	0,46	1,11	1,07	1	0,67
1. Zpomalený 1	0,41	0,51	1,01	0,99	0,81	0,61
1. Zpomalený 2	0,43	0,49	1,08	1,01	0,8	0,57
1. Zpomalený 3	0,41	0,51	1,04	0,99	0,78	0,63
Stoupavý 1	0,41	0,53	1,12	1,07	0,95	0,71
Stoupavý 2	0,42	0,5	1,1	1,09	0,96	0,68
Stoupavý 3	0,43	0,52	1,14	1,08	0,95	0,74
2. Zpomalený 1	0,43	0,54	1,05	0,71	0,71	0,67
2. Zpomalený 2	0,39	0,47	1,05	1,02	0,8	0,61
2. Zpomalený 3	0,42	0,52	1,06	0,98	0,8	0,64

Tabulka 12 Rychost míče (m/s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,1	3,67	7,39	13,2	18,4	0,39
Padavý 2	1,05	3,53	9,08	12,4	16,9	1,38
Padavý 3	0,28	3,57	7	12,6	17,7	1,95
1. Zpomalený 1	0,39	3,64	6,54	9,27	16,7	2,81
1. Zpomalený 2	0,23	4,24	6,4	8,48	15	4,99
1. Zpomalený 3	0,13	4,09	6,49	10,3	15,8	2,83
Stoupavý 1	0,52	3,53	7,05	11,7	20,9	3,35
Stoupavý 2	0,86	4,13	7,56	10,3	18,2	4,08
Stoupavý 3	0,42	3,14	6,91	12,7	22,4	3,95
2. Zpomalený 1	0,31	4,1	6,93	15	15	7,17
2. Zpomalený 2	0,4	4,25	7,5	10,3	15,5	5,13
2. Zpomalený 3	0,28	4,52	7,37	11,7	14,1	9,5

Tabulka 13 Rychlost P zápěstí (m/s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,37	1,74	5,77	11,7	12,1	1,81
Padavý 2	6,05	1,94	7,75	11,2	12,2	3,41
Padavý 3	0,58	2,02	5,35	11,5	11,6	2,64
1. Zpomalený 1	0,87	2,87	5,27	7,7	10,9	3,29
1. Zpomalený 2	0,6	2,53	5,48	7,26	10,6	2,57
1. Zpomalený 3	0,41	2,21	5,33	8,52	11,2	3,48
Stoupavý 1	1,54	1,97	5,66	10,1	10,3	1,01
Stoupavý 2	0,23	2,53	5,66	8,81	11,8	1,44
Stoupavý 3	0,41	1,96	5,73	12	10,8	1
2. Zpomalený 1	0,51	2,8	5,28	11,3	11,3	2,86
2. Zpomalený 2	0,64	2,26	5,52	8,73	11,8	3,62
2. Zpomalený 3	0,21	2,71	5,15	10,3	11,5	4,59

Tabulka 14 Rychlost L kolene (m/s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění mče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,21	0,55	2,94	1,77	1,23	0,4
Padavý 2	0,67	0,62	2,88	1,8	0,53	0,77
Padavý 3	0,66	0,62	2,68	1,82	1,16	1,06
1. Zpomalený 1	0,64	1,28	2,49	2,58	0,87	1,24
1. Zpomalený 2	0,5	1,03	3,09	2,26	1	1,54
1. Zpomalený 3	1,03	1,1	2,8	2,31	1,23	0,44
Stoupavý 1	0,7	0,83	3,28	2	1,65	0,81
Stoupavý 2	0,36	0,61	2,42	2,08	1,26	1,01
Stoupavý 3	0,85	0,41	2,9	1,9	1,39	0,22
2. Zpomalený 1	0,37	0,67	2,67	0,94	0,94	0,42
2. Zpomalený 2	0,5	0,57	2,43	2,5	1,12	1,1
2. Zpomalený 3	0,25	0,75	2,57	1,81	1,18	0,38

Tabulka 15 Rychlost L zápěstí (m/s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění mče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,39	0,62	4,24	4,38	3,49	1,48
Padavý 2	1,34	0,55	4,9	4,78	4,97	1,98
Padavý 3	0,35	1,11	4,18	4,31	3,78	1,3
1. Zpomalený 1	0,35	0,66	4,5	3,84	2,86	1,09
1. Zpomalený 2	1,1	1,1	4,33	3,83	3,16	1,36
1. Zpomalený 3	0,4	1,09	4,52	4,19	2,96	1,15
Stoupavý 1	0,56	1,01	4,1	5,16	3,5	2,15
Stoupavý 2	1,13	1,13	3,84	5,24	4,02	1,54
Stoupavý 3	0,42	1,61	4,89	5,33	3,2	1,63
2. Zpomalený 1	1,01	0,26	3,17	3,49	3,49	0,66
2. Zpomalený 2	0,28	0,85	4	5,13	2,89	1,02
2. Zpomalený 3	0,22	0,89	4,29	4,04	3,88	0,68

Tabulka 16 Úhel spojnice boků k rovině xy (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění mče	Dokončení pohybu
Padavý 1	86,1	89,2	6,35	5,84	6,97	11,2
Padavý 2	88,7	83,2	9,26	7,2	4,09	12,5
Padavý 3	80,9	89,2	7,53	7,06	7,31	10,1
1. Zpomalený 1	86,7	88,1	8,9	6,31	9,96	16,5
1. Zpomalený 2	88,3	82,4	3,55	1,42	11,1	17,2
1. Zpomalený 3	81,4	86,1	3,13	7,85	10,4	30,8
Stoupavý 1	83,7	88,8	1,96	7	0,61	24
Stoupavý 2	85,4	87,4	4,22	2,64	6,91	15,9
Stoupavý 3	87,8	87,8	4,78	2,54	6,46	27,1
2. Zpomalený 1	82,8	87,8	12,3	18,8	18,8	18,8
2. Zpomalený 2	82,1	88,6	4,56	5,38	9,27	14,3
2. Zpomalený 3	88,9	80	7,29	6,09	5,07	9,32

Tabulka 17 Úhel spojnice boků k rovině xz (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	3,46	0,76	7,38	1,91	1,08	1,69
Padavý 2	0,58	2,19	1,37	3,45	2,71	6,35
Padavý 3	3,2	0,75	4,71	1,83	0,08	2,22
1. Zpomalený 1	3,28	1,12	7,32	4,45	0,38	1,17
1. Zpomalený 2	0,12	2,3	2,35	1,04	8,33	3,44
1. Zpomalený 3	0,73	1,92	7,63	4,72	0,97	11,3
Stoupavý 1	1,27	0,41	9,31	3,83	4,8	3,61
Stoupavý 2	1,29	1,08	7,57	4,43	1,04	1,77
Stoupavý 3	1,98	1,99	8,06	1,14	1,31	12,1
2. Zpomalený 1	4,63	0,55	7,12	2,22	2,22	4,31
2. Zpomalený 2	3,05	1,01	6,09	0,65	1,09	3,35
2. Zpomalený 3	0,59	0,94	3,44	1,4	5,05	7,35

Tabulka 18 Úhel L chodidlo k rovině xy (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	14,3	11,2	23,9	54	58,5	51,7
Padavý 2	2,41	10,2	44,7	58,1	63,7	50,9
Padavý 3	10,9	6,96	23,9	55,5	57,2	52,2
1. Zpomalený 1	17,8	15,4	28,1	39,7	46,1	46,6
1. Zpomalený 2	10,1	5,43	30,7	39,8	51,4	45,3
1. Zpomalený 3	20,1	9,28	39,2	50	51,8	48,1
Stoupavý 1	16,5	11,2	15,8	46,7	58	56,4
Stoupavý 2	3,82	6,48	25,3	39,2	56,4	52,7
Stoupavý 3	8,53	9,86	26,7	57,7	62	55,7
2. Zpomalený 1	11	7,34	18,3	45,1	45,1	48,7
2. Zpomalený 2	19	13,4	27,1	39,2	43,4	33,7
2. Zpomalený 3	8,3	3,24	27,6	45,5	48,1	56,5

Tabulka 19 Úhel P chodidlo k rovině xy (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	0,75	8,44	10,5	23,8	26,3	18,8
Padavý 2	4,67	3,88	26,5	29,1	29,4	16,9
Padavý 3	28,1	16,3	18,9	27,9	29	20,5
1. Zpomalený 1	1,47	14,6	13,4	21,5	27,9	15
1. Zpomalený 2	3,97	9,31	25,4	24,2	40,1	3,56
1. Zpomalený 3	2,21	7,03	22,1	24,6	31,9	13,4
Stoupavý 1	0,47	17,7	14,6	23,9	28,3	28,8
Stoupavý 2	1,7	1,93	18,4	22,8	25,1	24,8
Stoupavý 3	0,57	16,3	19,8	22,1	31,2	30,9
2. Zpomalený 1	0,1	10,1	20,1	31	31	8,83
2. Zpomalený 2	3,34	5,88	20,3	20,9	33,3	1,04
2. Zpomalený 3	2,43	3,74	23,1	23,3	36,7	7,48

Tabulka 20 Úhel spojnice boků a spojnice ramen (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění mče	Dokončení pohybu
Padavý 1	170	168	160	177	166	152
Padavý 2	179	158	172	179	171	151
Padavý 3	168	165	160	178	175	133
1. Zpomalený 1	172	162	158	167	164	136
1. Zpomalený 2	180	166	166	168	155	137
1. Zpomalený 3	167	165	157	167	155	143
Stoupavý 1	174	162	152	178	158	139
Stoupavý 2	170	178	161	174	166	126
Stoupavý 3	176	170	156	175	129	147
2. Zpomalený 1	171	165	148	154	154	131
2. Zpomalený 2	176	166	154	168	152	123
2. Zpomalený 3	176	150	163	172	154	131

Tabulka 21 Úhel holeně a stehna v L kolenu (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění mče	Dokončení pohybu
Padavý 1	141	172	142	153	142	167
Padavý 2	131	167	141	147	140	154
Padavý 3	137	166	137	149	139	159
1. Zpomalený 1	141	170	148	152	144	161
1. Zpomalený 2	132	170	154	158	148	173
1. Zpomalený 3	143	172	156	156	154	162
Stoupavý 1	141	172	139	152	151	161
Stoupavý 2	140	172	148	151	141	164
Stoupavý 3	136	167	139	152	144	162
2. Zpomalený 1	138	171	145	151	151	167
2. Zpomalený 2	139	175	156	154	149	168
2. Zpomalený 3	137	172	153	151	154	155

Tabulka 22 Úhel holeně a stehna v P kolenu (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění mče	Dokončení pohybu
Padavý 1	165	137	149	149	152	162
Padavý 2	162	137	148	144	147	146
Padavý 3	165	136	147	141	147	157
1. Zpomalený 1	163	138	154	149	161	135
1. Zpomalený 2	165	127	151	151	156	138
1. Zpomalený 3	164	129	143	148	158	127
Stoupavý 1	161	143	139	151	152	140
Stoupavý 2	162	133	143	147	151	152
Stoupavý 3	164	127	138	145	145	135
2. Zpomalený 1	164	142	153	167	167	134
2. Zpomalený 2	165	144	152	159	154	130
2. Zpomalený 3	166	140	144	146	151	141

Tabulka 23 Úhel předloktí a paže v L lokti (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	123	106	167	178	178	126
Padavý 2	143	91,9	163	168	170	118
Padavý 3	117	94,5	174	177	172	109
1. Zpomalený 1	117	87,1	178	176	156	118
1. Zpomalený 2	127	112	169	178	157	114
1. Zpomalený 3	131	94,2	172	179	152	97,5
Stoupavý 1	130	100	169	175	169	96,8
Stoupavý 2	131	99,4	176	176	172	107
Stoupavý 3	112	105	171	179	175	104
2. Zpomalený 1	134	106	171	149	149	132
2. Zpomalený 2	130	107	178	172	173	153
2. Zpomalený 3	119	94,7	168	179	162	145

Tabulka 24 Úhel předloktí a paže v P lokti (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	128	154	159	154	154	94,7
Padavý 2	131	156	164	152	145	107
Padavý 3	133	158	158	159	157	92,1
1. Zpomalený 1	119	169	165	162	160	121
1. Zpomalený 2	116	165	151	149	159	131
1. Zpomalený 3	114	160	166	153	150	126
Stoupavý 1	121	160	157	158	166	100
Stoupavý 2	119	149	165	157	154	106
Stoupavý 3	120	155	161	147	173	94,2
2. Zpomalený 1	123	172	145	128	128	143
2. Zpomalený 2	112	156	167	160	130	149
2. Zpomalený 3	121	171	164	143	158	144

Tabulka 25 Úhel bok a nadloktí v L rameni (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý 1	12,8	48,1	92,9	61,2	36,7	26,3
Padavý 2	18,5	33,9	85,9	79,3	56,5	16,8
Padavý 3	17,9	39,1	92,4	61,8	39,7	9,88
1. Zpomalený 1	17,8	45,2	87,6	74,5	24,6	16,1
1. Zpomalený 2	17,8	40,6	76,2	81,1	48,9	12
1. Zpomalený 3	15,9	40,7	81,7	72,7	29,2	23,6
Stoupavý 1	12,6	44,1	89,5	72,3	33,6	27,6
Stoupavý 2	12	53,4	103	89,8	45	16,6
Stoupavý 3	19,2	52,6	88,3	64,9	25,9	17,9
2. Zpomalený 1	14,1	42,2	97,6	22,1	22,1	17,3
2. Zpomalený 2	9,37	39,7	95,1	76,3	28,5	12,7
2. Zpomalený 3	18,6	38,8	88,8	59,8	30,5	8,54

5. Diskuze

Základní polohy – časový průběh

Průběh celého pohybu při nadhozu u sledované nadhazovačky se ukázal z hlediska načasování jako dobře zažitý (tabulka 1). Díky způsobu výběru částí videozáznamu pro digitalizaci se rozdíly v načasování pohybu projevují ve třech základních polohách ze šesti – začátku výkroku, vrcholu nápřahu a konci výkroku. Dokonale vžitý má nadhazovačka zpomalený nadhoz házený prvním způsobem, načasování všech poloh je naprosto stejné. Velmi dobře ovládá také stoupavý nadhoz, kde se vyskytlo pouze jedno drobné zpoždění (0,04 s) v dosažení vrcholu nápřahu, které však nemělo žádný vliv na další časový průběh pohybu. Dvě drobné odchylky se vyskytují u padavého nadhozu – ve druhém pokusu nastal vrchol nápřahu o 0,04 s později, ve třetím pokusu byl zpožděn začátek výkroku, také o 0,04 s. Ani jedno z těchto zpoždění opět nemělo žádný vliv na čas dokončení výkroku nebo na další načasování pohybu. Jako méně zažitý se z pohledu načasování pohybu jeví zpomalený nadhoz házený druhým způsobem. Nastala dvě zrychlení v provedení – rychlejší začátek výkroku v druhém nadhozu a vrchol nápřahu v prvním nadhozu – o 0,04 s. Zcela nezažité je načasování dokončení výkroku – rozdíl mezi nejrychlejším a nejpomalejším provedením činí 0,12 s.

Porovná-li načasování jednotlivých druhů nadhozu mezi sebou, je z tabulky 1 velmi dobře vidět změna v čase dokročení. Nejrychlejší dokročení (konec výkroku) nastává při zpomaleném nadhozu házeném prvním způsobem, dále následuje stoupavý nadhoz a nejpomalejší dokročení nastává při padavém nadhozu. Časové údaje naznačují, že při lepším zažití druhého způsobu zpomaleného nadhozu by se hodnoty dokončení výkroku pohybovaly pravděpodobně mezi prvním způsobem zpomaleného nadhozu a stoupavým nadhozem. Zřetelně je vidět rychlejší začátek výkroku u zpomaleného nadhozu provedeného druhým způsobem (o cca 0,04 s), otázkou ale zůstává, zda by se větším zažitím techniky neposunuly tyto hodnoty na 0,72 s jako u ostatních druhů nadhozu.

Jak uvádí Werner (1998), v okamžiku dokončení výkroku by se měla paže nacházet ve vrcholu nápřahu, aby se minimalizovalo působení negativních sil na ramenní a loketní

kloub. Této studii se přibližuje sledovaná nadhazovačka nejvíce při házení prvního způsobu zpomaleného nadhozu, paže dosahuje vrcholu náprahu pouze o 0,04 s dříve než se výkročná noha dotkne země. Joseph (2002) a Veroni (1998) naopak preferují časovou posloupnost vrchol náprahu – dokončení výkroku (s minimálním časovým odstupem).

Rychlost míče

Rychlost míče při vypuštění (tabulka 12) je nejvyšší u stoupavého nadhozu, maximální hodnota je rovna 22,4 m/s, druhých nejvyšších rychlostí je dosaženo u padavého nadhozu (max. 18,4 m/s). Zpomalený nadhoz je v průměru cca o 4 m/s pomalejší než zbylé dva druhy nadhozu. Rychlejší ze zpomalených nadhozů je ten házený prvním způsobem (min. 15 m/s), nejpomalejší ten házený druhým způsobem (min. 14,1 m/s). Rozdíl mezi pokusy téhož druhu je vyšší u stoupavého nadhozu, je roven 4,2 m/s, u prvního způsobu zpomaleného nadhozu je roven 1,7 m/s, dále následuje padavý nadhoz – 1,5 m/s a zpomalený nadhoz házený druhým způsobem - 1,4 m/s. Průměrná rychlost stoupavého nadhozu je 20,5 m/s, padavého nadhozu 17,6 m/s, zpomaleného nadhozu házeného prvním způsobem 15,8 m/s a druhým způsobem 14,8 m/s. Nejvyšší nárůst rychlosti míče nastává mezi dokončením výkroku a okamžikem vypuštění míče, v průměru je to o 5 m/s ale u stoupavého nadhozu až o 9 m/s. Podíl rychlosti zápěstí na rychlosti míče je poměrně vysoký, nejvyšší u druhého způsobu zpomaleného nadhozu – 77 %, u prvního způsobu 68 %, následuje podíl ve výši 67 % u padavého nadhozu a 53 % u stoupavého nadhozu.

Javůrková (2000) uvádí maximální rychlosti míče při vypuštění u padavého nadhozu 25 m/s a u stoupavého nadhozu 23,5 m/s. Dosáhla tedy značně vyšší rychlosti u padavého nadhozu (o 6,6 m/s více) a o málo vyšší rychlosti u stoupavého nadhozu (o 1,1 m/s) než námi sledovaná nadhazovačka. Werner (1998) vyslovuje hypotézu, že nadhazovači s rychlou paží v okamžiku vypuštění míče dosahují nižší hodnoty rychlostí míče. Tato domněnka se však v našem zkoumání nepotvrdila.

Základní postavení

V základním postavení nejsou patrné velké rozdíly mezi jednotlivými pokusy u stejného druhu nadhozu ani mezi druhy nadhozů navzájem. Pouze u padavého nadhozu je devíticentimetrový rozdíl mezi nejužším a nejširším postavením (vzdáleností kotníků), jinde je tento rozdíl velmi malý, dva, maximálně tři centimetry (tabulka 11). Můžeme říci že pro padavý nadhoz používá sledovaná nadhazovačka relativně širší postoj než pro ostatní druhy nadhozů (tabulka 11).

Pravý bok je u všech pokusů mírně odkloněn od spojnice první a třetí mety směrem k druhé metě, v průměru o 5° . Spojnice boků je u všech pokusů téměř rovnoběžná s rovinou země (tabulka 17), nejmenší výchylky mezi pokusy nastaly u stoupavého nadhozu, dále následuje padavý nadhoz a nadhoz zpomalený, házený prvním a druhým způsobem.

Větší rozdíly nacházíme v úhlech levé (vykročené) a pravé (pivotové) nohy vzhledem ke spojnici domácí a druhé mety. Jednotlivé pokusy se liší v průměru o 11° u levého chodidla a o 3° u pravého chodidla. Vyjimku tvoří třetí pokus u padavého nadhozu kde jsme zaznamenali extrémní vytočení pravého chodidla na $28,1^\circ$, tato hodnota je však vyjímečná a nebývá obvyklá. Nejmenší rozdíly mezi jednotlivými pokusy téhož druhu jsou u levého chodidla při zpomaleného nadhozu házeném prvním způsobem, u pravého chodidla při stoupavém nadhozu. Výsledky těchto dvou proměnných (tabulka 18 a 19) naznačují, že nadhazovačka nemá přesně ustálené natočení levého chodidla při jakémkoli pokusu, zatímco natočení pravého chodidla je téměř nepatrné a relativně ustálené.

Kolena jsou mírně pokrčená, velikosti úhlů v levém kolenu (tabulka 21) jsou menší než v pravém (tabulka 22), tj. levé koleno je více pokrčeno než pravé, v průměru o 25° . Rozdíly těchto dvou proměnných mezi nadhozy téhož druhu i mezi druhy navzájem opět nejsou významné.

Úhel spojnice ramen a spojnice boků dosahuje průměrně 173° , rozdíly jsou opět nepatrné. Nejmenší rozdíly mezi jednotlivými pokusy jsou u druhého způsobu zpomaleného nadhozu, který také dosahuje nejvyšších hodnot této proměnné (tabulka 20) mezi jednotlivými druhy nadhozu.

Jelikož jsou v základní poloze ruce spjaty před tělem, jsou hodnoty úhlů v pravém a

levém lokti opět velmi podobné, hodnoty z tabulek 23 a 24 svědčí o poněkud větším pokrčení v lokti u nadhazovací paže než u paže s rukavicí. Více stabilní jsou hodnoty u pokusů téhož druhu pro proměnnou úhel v P lokti. U úhlu v L lokti můžeme pozorovat jemné odchylky o velikosti cca 16° u 1. způsobu zpomaleného nadhozu a stoupavého nadhozu a o velikosti cca 25° u 2. způsobu zpomaleného nadhozu a padavého nadhozu. Tabulka 25 ukazuje odtažení paže s rukavicí od těla, nejstabilnější hodnoty se vyskytují u stoupavého nadhozu, nejvíce nevyvážené u 2. způsobu zpomaleného nadhozu. Největší úhel průměrného odtažení nastal při prvním způsobu zpomaleného nadhozu, dále následují padavý nadhoz, stoupavý a zpomalený nadhoz prováděný druhým způsobem. Rozdíl mezi průměrným největším a nejmenším odtažením činí asi 3° .

Při porovnání s prací Javůrkové (2000) nejsou v základním postavení patrné větší rozdíly, kromě méně stabilního úhlu spojnice boků k rovině země a úhlu pravého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety, který se zvětšil na 20° a 10° . Námi sledovaná nadhazovačka dosahuje velmi stabilních hodnot úhlu spojnice boků k rovině země u stoupavého nadhozu (nejmenší úhel je roven $1,27^\circ$ a největší $1,98^\circ$). Úhel pravého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety je většinou do 5° .

Začátek výkroku

Při začátku výkroku tělo začíná svůj pohyb vpřed a nepatrně vzhůru. Jak ukazují tabulky 4 a 5 zvětšuje se vzdálenost kolen od roviny země v průměru o 5 cm, zatímco vzdálenost boků od země (tabulka 6 a 7) se příliš nemění, levý bok se posouvá poněkud výše než bok pravý. Významnější rozdíly mezi pokusy ani druhy nadhozu nejsou u těchto čtyřech proměnných patrné.

Vzdálenost kotníků není ustálená ani u jednoho druhu nadhozu, zvětšila se v průměru o 2 cm u padavého a prvního způsobu zpomaleného nadhozu, o 10 cm u stoupavého nadhozu a o 7 cm u druhého způsobu zpomaleného nadhozu. U třetího pokusu při padavém nadhozu se dokonce vzdálenost zmenšila o 3 cm, pravděpodobně kvůli špatnému natočení pravého chodidla k rovině xy v základním postavení (tabulka 19). Rychlost levého kolene (výkroku) je u pokusů téhož druhu poměrně vyrovnaná, rozdíly činí cca 0,1 m/s kromě stoupavého nadhozu, kde je rozdíl cca 0,4 m/s. Při porovnání druhů mezi sebou, je rychlost výkroku (tabulka 14) při jeho začátku největší u

zpomaleného nadhozu házeného prvním způsobem, kde přesahuje 1 m/s, dále následují téměř dvakrát pomalejší zpomalený nadhoz házený druhým způsobem, stoupavý nadhoz a s nejpomalejším výkrokem padavý nadhoz.

Rychlost levého zápěstí (tabulka 15) se zvyšuje s pohybem rukavice vzhůru, jeden z pokusů u každého druhu vždy hodnotou nekoresponduje se zbylými dvěma, ale není vidět žádný vztah k rychlosti nadhazovací paže. Tyto výkyvy budou pravděpodobně způsobeny menší soustředěností na pohyb paže s rukavicí. Rychlost pravého zápěstí (tabulka 13) se začíná zvyšovat, je cca 2,5 krát vyšší než rychlost levého zápěstí.

Výkyvy mezi maximální a minimální hodnotou u téhož druhu jsou cca 0,6 m/s.

Nejvyšší rychlost pravého zápěstí je u zpomalených nadhozů – druhého a prvního způsobu, následuje stoupavý nadhoz a nejnižší rychlost mělo pravé zápěstí při padavém nadhozu.

Úhel boků a spojnice první a třetí mety (tabulka 16) se ještě více zmenšuje, na 3° až 5°, úhel boků a roviny země (tabulka 17) se téměř nemění. Rozdíly mezi jednotlivými pokusy ani druhy jsou u těchto dvou proměnných zanedbatelné.

Natočení levého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 18) se změnilo u všech pokusů, v průměru došlo k malému zmenšení úhlu na 8° až 10°. V natočení pravého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 19) došlo ke zvětšení hodnot, někdy až na 17°, jejich rozpětí je ale velice různorodé. Rozptýlené údaje vypovídají o nevědomém nastavení úhlů obou chodidel.

Úhel spojnice boků a ramen (tabulka 20) se zmenšuje, vzhledem k téměř neměnnému úhlu boků a roviny země (tabulka 17) je patrné, že se zvětšuje sklon spojnice ramen vzhledem k rovině země. Největší úhel boků a ramen (tj. nejmenší naklonění ramen) je u stoupavého nadhozu, v průměru 170°, následuje zpomalený nadhoz házený prvním způsobem (164°), padavý nadhoz (163°) a druhý způsob zpomaleného nadhozu (160°). Hodnoty u úhlu v levém kolenu (tabulka 21) se zvětšují a v pravém kolenu (tabulka 22) zmenšují, což koresponduje s pohybem trupu vpřed a přenášením váhy. Úhel v levém kolenu dokonce nabývá maximálních hodnot v celém průběhu pohybu. Údaje u obou proměnných jsou v pokusech stejného druhu poměrně vyrovnané, většinou se liší o max. 6°. Průměrný úhel v levém kolenu je největší u druhého způsobu zpomaleného nadhozu (172°), následují shodně stoupavý a zpomalený nadhoz házený prvním způsobem (170°) a padavý nadhoz (168°). Průměrný úhel v pravém kolenu je největší u

druhého způsobu zpomaleného nadhozu (142°), dále padavý nadhoz (136°), stoupavý nadhoz (134°) a zpomalený nadhoz házený prvním způsobem (131°).

Úhly v loktech se chovají přesně naopak než úhly v kolenou. Hodnoty úhlu v levém lokti (tabulka 23) se zmenšují a v pravém lokti (tabulka 24) se zvětšují. U pokusů stejného druhu je běžný poměrně velký rozptyl hodnot 10° i více. Průměrné hodnoty úhlu v levém lokti jsou nejmenší u padavého a zpomaleného nadhozu házeného prvním způsobem (cca 97°), dále stoupavý nadhoz (101°) a zpomalený nadhoz házený druhým způsobem (102°). U pravého lokte jsou průměrné nejmenší hodnoty u stoupavého nadhozu (154°), padavého nadhozu (156°) a následuje zpomalený nadhoz (164° první způsob a 166° druhý způsob).

Úhel v levém rameni (tabulka 25) se zvětšuje, rozptyl mezi pokusy u téhož druhu je nejmenší u zpomaleného nadhozu házeného prvním způsobem (5°), dosahuje až 15° u padavého a druhého způsobu zpomaleného nadhozu. Průměrný úhel v levém rameni je nejvyšší u stoupavého nadhozu (50°), následuje první způsob zpomaleného nadhozu (42°) a padavý a druhý způsob zpomaleného nadhozu (40°).

Při porovnání s výsledky Javůrkové (2000) docházíme k několika rozdílům v poloze začátek výkroku. Vzdálenost kotníků je zřetelně větší, blíží se v průměru k 0,5 m, zatímco Javůrková uvádí hodnoty max. 0,3 m. Úhel spojnice boků k rovině země je menší než u Javůrkové, průměrné hodnoty jsou do 2° . Úhel levého i pravého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety je také menší, cca o 5° .

Vrchol náprahu

Při vrcholu náprahu se špička výkročné nohy (tabulka 3) nachází v maximální výšce 0,14 m u stoupavého nadhozu, minimální výšce 0,01 m u padavého nadhozu.

Maximální rozdíl mezi pokusy stejného druhu je 9 cm u padavého nadhozu, 7 cm u stoupavého a zpomaleného nadhozu házeného prvním způsobem. U prvního způsobu zpomaleného nadhozu je rozdíl jen 2 cm, lze tedy trajektorii levé špičky v ose y u tohoto druhu nadhozu považovat za dobře vžitou. Levá špička se v okamžiku vrcholu náprahu nachází nejvýše u stoupavého nadhozu v průměrné výšce 11 cm, následuje druhý způsob zpomaleného nadhozu (7 cm), padavý nadhoz (6 cm) a první způsob zpomaleného nadhozu (4 cm).

Hodnoty trajektorie levého kolena v ose y (tabulka 4) jsou si u pokusů téhož i různého druhu velmi podobné, stejně jako hodnoty trajektorie pravého kolena v ose y (tabulka 5). Ty jsou v průměru o 11 cm menší než hodnoty trajektorie levého kolena.

Vzdálenost levého boku od země (tabulka 6) je stále větší než vzdálenost pravého boku, cca o 4 cm. Vzdálenost pravého boku od země (tabulka 7) je průměrně rovna 84 cm, rozdíly mezi jednotlivými pokusy i druhy jsou u vzdáleností obou boků zanedbatelné. Vzdálenost kotníků (tabulka 11) dosahuje své maximální hodnoty v celém pohybu, nejvyšší u druhého padavého nadhozu – 1,15 m. Hodnoty u jednotlivých pokusů jsou vyrovnané, největší průměrná vzdálenost je u stoupavého nadhozu (1,12 m), těsně za ním je padavý nadhoz (1,11 m), dále zpomalený nadhoz házený druhým způsobem (1,05 m) a prvním způsobem (1,04 m).

Rozdíl v rychlosti výkročného kolene (tabulka 14) mezi jednotlivými pokusy téhož druhu je největší u stoupavého nadhozu (0,86 m/s), u prvního způsobu zpomaleného nadhozu je 0,6 m/s, u padavého nadhozu je 0,26 m/s a u druhého způsobu zpomaleného nadhozu je 0,24 m/s. Průměrné rozdíly v rychlosti levého kolene nejsou příliš významné – nejvyšší je hodnota u stoupavého nadhozu (2,87 m/s), těsně za ním je padavý nadhoz (2,83 m/s), následují zpomalený nadhoz prováděný prvním způsobem (2,79 m/s) a druhým způsobem (2,54 m/s).

Rychlost pravého zápěstí (tabulka 13) se dále zvyšuje, u všech pokusů je vyrovnaná (kolem 5,4 m/s). Vyjímkou je druhý pokus při padavém nadhozu, kde rychlost stoupla na 7,75 m/s, která je pravděpodobně zapříčiněna větším sklonem ramen vzhledem k bokům, větší odchylkou boků ($9,26^\circ$) od spojnice domácí a druhé mety a minimální odchylkou boků od roviny země. Rychlost levého zápěstí (tabulka 15) většinou ještě nedosáhla svého maxima v celém pohybu, rozdíly mezi pokusy téhož druhu jsou velmi malé u prvního způsobu zpomaleného nadhozu – 0,19 m/s, jinak jsou cca 0,8 m/s. Průměrné hodnoty se pohybují kolem 4,3 m/s, jen u druhého způsobu zpomaleného nadhozu je průměrná rychlost menší – 3,82 m/s.

Spojnice boků se téměř přimyká ke spojnici domácí a druhé mety. Rozdíly mezi pokusy u stejného druhu je velmi malý u stoupavého a padavého nadhozu (asi 3°), o málo větší je u zpomalených nadhozu (asi $6^\circ - 8^\circ$). Nejmenší průměrný úhel boků a spojnice domácí a druhé mety (tabulka 16) je u stoupavého nadhozu ($3,7^\circ$), dále u prvního způsobu zpomaleného nadhozu ($5,2^\circ$), padavého nadhozu ($7,7^\circ$) a druhého způsobu

zpomaleného nadhozu ($8,1^\circ$). Úhel spojnice boků a roviny země (tabulka 17) nabývá svého maxima v základních polohách, velmi malý rozdíl mezi pokusy u téhož druhu je u stoupavého nadhozu ($1,7^\circ$), následuje druhý způsob zpomaleného nadhozu ($3,7^\circ$), první způsob zpomaleného nadhozu ($5,3^\circ$) a padavý nadhoz (6°). Nejmenší průměrné hodnoty úhlu boků a země jsou u padavého nadhozu ($4,5^\circ$), zpomaleného nadhozu házeného druhým ($5,5^\circ$) a prvním ($5,8^\circ$) způsobem. Nejvyšší hodnota je u stoupavého nadhozu – $8,3^\circ$.

Levé chodidlo postupně zvyšuje úhel sevřený ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 18), průměrné rozdíly mezi pokusy téhož druhu činí asi 11° , výjimkou je druhý pokus u padavého nadhozu, kde došlo k přetočení chodidla až na $44,7^\circ$, což zvětšuje rozdíl u tohoto druhu na 21° . Menší úhel svírá levé chodidlo se spojnici domácí a druhé mety u stoupavého nadhozu a druhého způsobu zpomaleného nadhozu (cca $23,5^\circ$), větší u padavého nadhozu a prvního způsobu zpomaleného nadhozu (cca $31,5^\circ$). Pravé chodidlo také zvyšuje úhel ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 19), nejmenší rozdíly mezi pokusy jsou u druhého způsobu zpomaleného nadhozu, cca 3° . Největší rozdíly – 16° jsou u padavého nadhozu, způsobené hlavně druhým pokusem, kde je velikost úhlu $26,5^\circ$, pravděpodobně souvisí s vyšší hodnotou tohoto úhlu u levého chodidla.

Úhel spojnice boků a spojnice ramen (tabulka 20) se oproti předchozí základní poloze o málo zmenšil, nejmenší rozdíly mezi pokusy téhož druhu jsou u stoupavého nadhozu, cca 9° , jinak se rozdíly pohybují okolo 15° . Nejmenší průměrný úhel boky-ramena nastal při druhém způsobu zpomaleného nadhozu (155°) a stoupavém nadhozu (156°). U prvního způsobu zpomaleného nadhozu byl pak roven 160° a u padavého nadhozu 164° .

Úhel v levém kolenu (tabulka 21) se také oproti předešlé základní poloze zmenšil, v průměru o 25° . Rozdíly mezi pokusy téhož druhu nejsou významné, max. 9° . Větší průměrný úhel v levém kolenu je u obou způsobů zpomaleného nadhozu (cca 152°), menší u stoupavého nadhozu (142°) a padavého nadhozu (140°). Úhel v pravém kolenu (tabulka 22) se začíná naopak zvětšovat, hodnoty u pokusů téhož druhu jsou poměrně vyrovnané, max. rozdíl je 11° . Nejmenší průměrná hodnota úhlu v pravém kolenu je u stoupavého nadhozu (140°), hodnoty ostatních druhů se pohybují okolo 150° .

Úhel v levém lokti (tabulka 23) se dále zvětšuje, hodnoty jsou u všech pokusů

vyrovnané, průměrný úhel je nejmenší u padavého nadhozu – 168° , u ostatních nadhozů je o 5° větší. Úhel v pravém lokti (tabulka 24) se také zvětšuje, dokonce nabývá svých maximálních hodnot v celém průběhu pohybu. Stále ale zůstává v průměru o 11° menší než úhel v levém lokti. Rozdíly mezi jednotlivými pokusy ani druhy nejsou významné, průměrný úhel v pravém lokti je u padavého nadhozu $160,3^\circ$, u prvního způsobu zpomaleného nadhozu $160,6^\circ$, u stoupavého nadhozu 161° a u druhého způsobu zpomaleného nadhozu $158,7^\circ$.

Úhel v levém rameni (tabulka 25), symbolizující odtažení paže od těla, nabývá také svých maximálních hodnot z celého pohybu. Rozdíly mezi jednotlivými pokusy téhož druhu jsou malé u padavého (7°) a druhého způsobu zpomaleného ($8,8^\circ$) nadhozu, o trochu větší u prvního způsobu zpomaleného ($11,4^\circ$) a stoupavého ($14,7^\circ$) nadhozu. Nejmenší průměrná hodnota úhlu v levém rameni je 82° u prvního zpomaleného nadhozu, dále 90° u padavého nadhozu a 93° u zbylých dvou druhů nadhozu.

Vzdálenost kotníků je při vrcholu náprahu v porovnání se všemi hodnotami u Javůrkové větší, pohybuje se kolem 1,08 m oproti hodnotám menším než 1 metr. To naznačuje, že výkroky u námi sledované nadhazovačky jsou delší, poloha konec výkroku však v práci Javůrkové nebyla sledována, proto nelze toto tvrzení potvrdit. Úhel spojnice boků ke spojnici domácích a druhé mety je zřetelně menší (Javůrková uvádí hodnoty i přes 20° , v našem sledování maximálně $12,3^\circ$), boky jsou více přimknuty k této spojnici. Naopak úhel spojnice boků k rovině země je v našem případě téměř dvakrát větší (až 9°). Úhel levého chodidla ke spojnici domácích a druhé mety je u námi sledované nadhazovačky poněkud menší, cca o 10° , úhel pravého chodidla k téže spojnici je téměř dvakrát menší, cca 20° .

Konec výkroku

Při konci výkroku se nacházejí obě špičky na zemi (tabulka 2 a 3). V trajektoriích levého (tabulka 4) a pravého (tabulka 5) kolena v ose y jsou minimální rozdíly, mohou být způsobeny nedošlápnutím na špičku nebo drobným vychýlením kolena do strany. V průměru se levé koleno nachází o 6 cm dále od země než pravé.

Rozdíly v trajektorii levého a pravého boku (tabulka 6 a 7) jsou také minimální rozdíly, levý bok se stále ještě nachází průměrně o 1 cm výše než bok pravý, v průměrné výšce

0,82 m. To také odpovídá minimálním hodnotám v tabulce 17 (úhel spojnice boků k rovině xz), které s trajektorií boků korespondují.

Vzdálenost kotníků (tabulka 11) se začíná po dosažení maximálních hodnot v předchozí poloze zmenšovat, rozdíly mezi pokusy téhož druhu je malá, max. 7 cm. Jedinou výjimkou je první pokus u zpomaleného nadhozu házeném druhým způsobem, zde nadhazovačka zpomalila výkrok natolik, že splynula poloha konec výkroku s vypuštěním míče. U tohoto pokusu je vzdálenost kotníků znatelně menší – 0,71 a snižuje tak i celý průměr u druhého způsobu zpomaleného nadhozu na 0,9 m. Ostatní druhy nadhozů mají průměrné hodnoty rovny 1 m u prvního způsobu zpomaleného nadhozu, 1,06 m u padavého nadhozu a 1,08 u stoupavého nadhozu.

Rychlost levého kolene (tabulka 14) je u pokusů stejného druhu poměrně vyrovnaná, maximální rozdíly je cca 0,3 m/s. Výjimkou je již výše zmiňovaný první pokus zpomaleného nadhozu házeného druhým způsobem, zde je rychlost značně menší (0,94 m/s). Průměrná rychlost jednoho druhu je nejvyšší u prvního způsobu zpomaleného nadhozu (2,38 m), dále jsou stoupavý nadhoz (2 m/s), padavý nadhoz (1,8 m/s) a druhý způsob zpomaleného nadhozu (1,75 m/s).

Rychlost pravého zápěstí (tabulka 13) dále rapidně vzrůstá, jednotlivé pokusy téhož druhu jsou poměrně vyrovnané. Průměrná rychlost je nejmenší u prvního způsobu zpomaleného nadhozu (7,83 m/s), následuje druhý způsob zpomaleného nadhozu (10,11 m/s), stoupavý nadhoz (10,3 m/s) a padavý nadhoz (11,47 m/s). Rychlost levého zápěstí (tabulka 15) dosahuje svého maxima. Pokusy téhož druhu jsou vyrovnané, rozdíl je 0,4 m/s až na druhý způsob zpomaleného nadhozu. Nejvyšší průměrnou rychlost má levé zápěstí u stoupavého nadhozu (5,24 m/s), dále u padavého nadhozu (4,49 m/s) a zpomaleného nadhozu házeného druhým (4,22 m/s) a prvním (3,95 m/s) způsobem.

Úhel spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 16) je poměrně proměnlivý. Nejstabilnější hodnoty se nachází u padavého nadhozu (rozdíl 1,36°), jinak je běžné rozpětí 6° (pomineme-li nepovedený první pokus u zpomaleného pokusu házeného druhým způsobem). Nejmenší průměrná hodnota je u stoupavého nadhozu (4,1°), dále první způsob zpomaleného nadhozu (5,2°), padavý nadhoz (6,7°) a druhý způsob zpomaleného nadhozu (10,1°). Úhel spojnice boků k rovině země (tabulka 17) koresponduje s hodnotami trajektorie boků v ose y, hodnoty jsou velmi malé, průměrná hodnota u prvního způsobu zpomaleného nadhozu je 3,4°, u stoupavého nadhozu 3,13°,

u padavého nadhozu $2,4^\circ$ a u druhého způsobu zpomaleného nadhozu $1,42^\circ$ (opět zkresleno zpomaleným výkrokem).

Úhel levého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 18) se zvětšuje, maximální rozdíl mezi pokusy téhož druhu je 11° . Nejvyšší průměrná hodnota téhož druhu je u padavého nadhozu ($55,9^\circ$), dále u stoupavého nadhozu ($47,9^\circ$) a u obou způsobů zpomaleného nadhozu ($43,2^\circ$). Úhel pravého chodidla se spojnicí domácí a druhé mety (tabulka 19) se také zvětšuje, rozdíl mezi pokusy téhož druhu je opět max. 11° . Největší úhel je u padavého a druhého způsobu zpomaleného nadhozu ($26,9^\circ$ a $25,1^\circ$), menší pak u prvního způsobu zpomaleného nadhozu a stoupavého nadhozu ($23,4^\circ$ a 23°).

Úhel spojnice boků a spojnice ramen (tabulka 20) nabývá maximálních hodnot v celém pohybu. Hodnoty pokusů téhož druhu jsou výborně vyrovnané (až na zpomalený nadhoz prováděný druhým způsobem) s maximálním rozdílem 4° . Největší úhel boky-ramena je u padavého nadhozu (178°) a u stoupavého nadhozu ($175,7^\circ$), menší úhel je pak u prvního ($167,3^\circ$) a u druhého ($164,7^\circ$) způsobu zpomaleného nadhozu.

Úhel holeně a stehna v levém kolenu (tabulka 21) se zvětšil cca o $5,5^\circ$, hodnoty pokusů jsou velmi vyrovnané, průměrné hodnoty téhož druhu jsou: $149,7^\circ$ u padavého, $151,7^\circ$ u stoupavého, 152° u druhého způsobu zpomaleného a $155,3^\circ$ u prvního způsobu zpomaleného nadhozu. Úhel holeně a stehna v pravém kolenu (tabulka 22) se také zvětšil, cca o 3° , hodnoty jsou také velmi dobře vyrovnané až na pokusy u zpomaleného nadhozu házeného druhým způsobem. Průměrné hodnoty úhlu v pravém kolenu téhož druhu jsou největší právě u druhého způsobu zpomaleného nadhozu ($157,3^\circ$), následuje první způsob ($149,3^\circ$), stoupavý nadhoz ($147,6^\circ$) a padavý nadhoz ($144,7^\circ$).

Úhel v levém lokti (tabulka 23) je již téměř pravý, nabývá svého maxima v této poloze, hodnoty jsou velmi vyrovnané až na první pokus zpomaleného nadhozu házeného druhým způsobem. Průměrná hodnota úhlu v levém lokti je $173,8^\circ$. Úhel v pravém lokti (tabulka 24) se od okamžiku vrcholu náprahu zmenšil cca o $8,3^\circ$, hodnoty jsou také velmi vyrovnané až na pokusy u druhého způsobu zpomaleného nadhozu – jejich průměr je $143,7^\circ$, zatímco ostatní druhy nadhozů mají průměrný úhel v pravém lokti $154,5^\circ$.

Úhel v levém rameni (tabulka 25) se začal od vrcholu náprahu poměrně rychle zmenšovat, cca o 22° . Hodnoty u pokusů téhož druhu jsou hodně rozptýlené, nejméně u

prvního způsobu zpomaleného nadhozu ($8,4^\circ$), více pak u padavého nadhozu ($18,1^\circ$), a stoupavého nadhozu ($24,9^\circ$). Extrémní rozdíl $54,2^\circ$ u druhého způsobu padavého nadhozu je opět způsoben výše zmiňovaným zpožděním dokroku u prvního pokusu (výskytem extrémně nízké hodnoty). Průměrné hodnoty odtažení paže od těla jsou nejvyšší u prvního způsobu zpomaleného nadhozu ($76,1^\circ$), dále u stoupavého nadhozu ($75,7^\circ$), padavého nadhozu ($67,4^\circ$) a druhého způsobu zpomaleného nadhozu ($52,7^\circ$).

Werner (1998) uvádí, že úhel ve výkročném kolenu má být při dokončení výkroku cca 170° , větší ohnutí působí jako nadměrná zátěž na nadhazovací rameno. Námi sledovaná nadhazovačka dosahuje průměrně hodnoty 152° . Dále Werner uvádí, že nadhazovači, kteří umísťují výkročnou nohu pod úhlem větším než 30° , mají pomalejší rychlost míče. Hodnoty u námi sledované nadhazovačky se pohybují mezi 39° až 58° , zatímco hodnota u Javůrkové (2000) je 27° a 39° . Rychlosti vypouštěných míčů jsou u Javůrkové opravdu větší.

Vypuštění míče

Hodnoty trajektorie pravého (tabulka 4) a levého (tabulka 5) kolena jsou u jednotlivých druhů vyrovnané, pravé koleno se nachází v průměru o 5 cm níže než levé. Levé koleno se nachází nejvýše při druhém způsobu zpomaleného nadhozu (0,5 m), dále u stoupavého a prvního způsobu zpomaleného nadhozu (0,48 m) a u padavého nadhozu (0,47 m). Rozdíly v trajektorii pravého kolene jsou ještě menší, průměrná hodnota je rovna 0,43 m.

Trajektorie pravého (tabulka 6) a levého (tabulka 7) boku v ose y je u všech pokusů také vyrovnaná, pravý bok se nachází v průměru jen o 1 cm níže. Hodnoty u zpomalených nadhozů jsou cca o 4 cm vyšší než hodnoty u stoupavého a padavého nadhozu.

Vzdálenost kotníků (tabulka 11) je také u pokusů stejného druhu vyrovnaná, maximální rozdíl činí 9 cm. Větší průměrná vzdálenost je u padavého (0,97 m) a stoupavého (0,95 m) nadhozu, menší u zpomalených nadhozů házených prvním (0,8 m) a druhým (0,77 m) způsobem.

Rychlost levého kolene (tabulka 14) klesá, největší rozdíl v pokusech téhož druhu je u padavého nadhozu (0,7 m/s), jinak jsou pokusy poměrně vyrovnané, rozdíly se pohybují kolem 0,33 m/s. Nejvyšší průměrná rychlost levého kolene je u stoupavého nadhozu

(1,43 m/s), následuje zpomalený nadhoz prováděný druhým způsobem (1,08 m/s) a prvním způsobem (1,03 m/s) a padavý nadhoz (0,97 m/s).

Rychlost pravého zápěstí (tabulka 13) je při vrcholu náprahu hodně vyrovnaná, rozdíly mezi pokusy se pohybují do 0,6 m/s, kromě stoupavého nadhozu (rozdíl 1,5 m/s).

Průměrná rychlost pravého zápěstí je 11,97 m/s u padavého nadhozu, 11,9 m/s u druhého způsobu zpomaleného nadhozu, 10,97 u stoupavého nadhozu a 10,9 u prvního způsobu zpomaleného nadhozu. Rychlost levého zápěstí (tabulka 15) začala klesat, průměrně o 3,8 m/s. Pokusy jsou méně vyrovnané, rozdíly jsou nejmenší u prvního způsobu zpomaleného nadhozu (0,3 m/s), následuje stoupavý nadhoz (0,82 m/s), druhý způsob zpomaleného nadhozu (0,99 m/s) a největší rozdíl je u padavého nadhozu (1,48 m/s). Nejvyšší průměrná rychlost levého zápěstí je dosažena u padavého nadhozu (4,08 m/s), dále u stoupavého nadhozu (3,57 m/s), u druhého způsobu (3,42 m/s) a prvního způsobu (2,99 m/s) zpomaleného nadhozu.

Úhel spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 16) se zvětšil v průměru o 1,5°, hodnoty pokusů téhož druhu nejsou příliš vyrovnané. U padavého nadhozu se průměrný úhel dokonce zmenšil o 0,58°, u ostatních pokusů se naopak zvětšil (nejvíce o 5,29° u prvního způsobu zpomaleného nadhozu), jelikož dochází při vypuštění míče k uzavírání boků. Nejmenší průměrná hodnota úhlu spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety je u stoupavého nadhozu (4,7°), dále u padavého nadhozu (6,12°), větší hodnota je pak u zpomalených nadhozů házeních prvním (10,49°) a druhým (11,05°) způsobem. Hodnoty úhlu spojnice boků k rovině země (tabulka 17) se většinou (až na druhý způsob zpomaleného nadhozu) zmenšily, rozdíly mezi pokusy se pohybují do 4°, kromě prvního způsobu zpomaleného nadhozu (vyšší hodnota u druhého pokusu).

Nejvíce rovnoběžné jsou boky se zemí u padavého nadhozu (1,29°), dále u stoupavého nadhozu (2,38°), druhého (2,79°) a prvního (3,23°) způsobu zpomaleného nadhozu.

Úhel levého (tabulka 18) i pravého (tabulka 19) chodidla ke spojnici domácí a druhé mety nabývá svého maxima v celém pohybu, hodnoty pokusů u obou chodidel jsou poměrně vyrovnané, největší rozdíl je 6,5° (kromě hodnoty úhel pravého chodidla u druhého pokusu při prvním způsobu zpomaleného nadhozu, kde došlo k vytočení chodidla až na 40° a rozdíl se tak zvětšil na 12,2°). Nejmenší průměrný úhel levého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety je u druhého (45,5°) a prvního (49,8°) způsobu zpomaleného nadhozu, větší je pak u stoupavého nadhozu (58,8°) a padavého

nadhozu (59,8°). Průměrné hodnoty úhlu pravého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety jsou menší u stoupavého a padavého nadhozu (28,2°) a větší u obou způsobů zpomaleného nadhozu (33,5°).

Úhel spojnice boků a spojnice ramen (tabulka 20) se v průměru zmenšil o 13°. Hodnoty pokusů jsou velmi vyrovnané (největší rozdíl 9°) až na stoupavý nadhoz (třetí pokus má značně nižší hodnotu). Značně vyšší průměrnou hodnotu úhlu má padavý nadhoz (170°), ostatní pokusy mají pak hodnoty nižší, neboli ramena jsou k bokům ve větším sklonu. U druhé způsobu zpomaleného nadhozu je to 158°, u prvního 153° a u stoupavého nadhozu 151°.

Úhel v levém kolenu (tabulka 21) se oproti předchozí poloze poněkud zmenšil, asi o 5,7°, hodnoty pokusů jsou vyrovnané, nejmenší průměrný úhel je u padavého nadhozu (140,3°). Další průměrné hodnoty jsou u 145,3° u padavého nadhozu a 148,7° u prvního a 151,3° u druhého způsobu zpomaleného nadhozu. Úhel v levém kolenu (tabulka 22) se naopak oproti předchozí poloze zmenšil, cca o 3,7°. Hodnoty pokusů jsou vyrovnané, až na druhý způsob zpomaleného nadhozu (rozdíl 16°). Menší průměrný úhel v pravém kolenu je u padavého (148,7°) a stoupavého (149,3°) nadhozu, větší pak u zpomaleného nadhozu házeného druhým (157,3°) a prvním (158,3°) způsobem.

Úhel v levém lokti (tabulka 23) se oproti předchozí poloze zmenšil, v průměru o 8,4°, hodnoty pokusů stejného druhu jsou vyrovnané až na druhý způsob padavého nadhozu. Menší úhel v levém lokti je u zpomaleného nadhozu (první způsob 155° a druhý způsob 161,3°), větší u stoupavého nadhozu (172°) a padavého nadhozu (173,3°). Úhel v pravém lokti (tabulka 24) se ještě nepatrně zvětšil, v průměru o 1°. Hodnoty u téhož druhu již nejsou tolik vyrovnané, nejmenší rozdíl je u prvního způsobu zpomaleného nadhozu (10°), u padavého nadhozu je 12°, stoupavého 19° a u druhého způsobu zpomaleného nadhozu je 30° (kvůli nepovedenému prvnímu pokusu). Nejmenší průměrný úhel v pravém lokti je tak právě u druhého způsobu zpomaleného nadhozu (138,7°), následuje padavý nadhoz (152°), první způsob zpomaleného nadhozu (156,3°) a stoupavý nadhoz (164,3°).

Úhel v levém rameni (tabulka 25) se oproti předchozí poloze rychle zmenšil, průměrně o 32,9°. Rozdíly mezi pokusy téhož druhu jsou malé pouze u druhého způsobu zpomaleného nadhozu (8,4°), jinak jsou rovny 19,1° a 19,8° u stoupavého a padavého nadhozu a 24,3° u prvního způsobu zpomaleného nadhozu. Průměrné odtažení paže je

nejmenší u zpomaleného nadhozu házeného druhým způsobem (27°), následuje první způsob zpomaleného nadhozu ($34,23^\circ$), stoupavý nadhoz ($34,83^\circ$) a padavý nadhoz ($44,3^\circ$).

Při porovnání s prací Javůrkové (2000) je vzdálenost kotníků menší, cca o 20 cm u zpomalených nadhozů a cca o 10 cm u stoupavých a padavých nadhozů. Úhel spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety je také menší, průměrně o 10° . Úhel spojnice boků k rovině země je u námi sledované nadhazovačky poněkud větší, pohybuje se kolem 2° až 3° oproti hodnotám menším než 1° . Úhel levého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety je poněkud větší, úhel pravého chodidla asi o třetinu menší. Úhel spojnice boků a spojnice ramen je téměř stejný u padavého nadhozu (171°), u ostatních nadhozů je menší cca o 15° . Rychlost pravého zápěstí při vypuštění míče je u Javůrkové asi o 2 m/s větší, u námi sledované nadhazovačky se pohybuje kolem 11 m/s. Werner (1998) uvádí hodnoty při vypuštění míče zamezující negativnímu tlaku na nadhazovací paži – loket nesmí být maximálně extendován, boky mají být zavřeny asi na 155° . Námi sledovaná nadhazovačka má největší úhel v lokti roven 173° , průměrná hodnota je 152° , úhel boků se pohybuje mezi 161° až 179° .

Dokončení pohybu

Tabulka 2 ukazuje až osmi-centimetrové rozdíly ve výšce pravé špičky od země. Vzdálenost 0,01 m od země považujeme jako položení nohy na zemi, ale jednou u stoupavého nadhozu a pravděpodobně pětkrát u zpomalených nadhozů se pravá noha vůbec země nedotýkala (rozdíl mezi hodnotami je až 8 cm). Průměrná vzdálenost pravé špičky od země je 5 cm u zpomalených nadhozů, 1 cm u stoupavého nadhozu, zanedbatelná je u padavého nadhozu. Levá špička (tabulka 3) je samozřejmě vždy na zemi.

Výška levého kolene od země (tabulka 4) je téměř stejná, rozdíly mezi pokusy jsou minimální. Průměrná vzdálenost je 0,48 m u padavého nadhozu, u ostatních nadhozů je to 0,49 m. Vzdálenost pravého kolene od země (tabulka 5) je již trochu více proměnlivá, největší rozdíl mezi pokusy je 7 cm. Nejmenší průměrná vzdálenost pravého kolene od země je 0,44 m, těsně za sebou pak následují padavý a zpomalený nadhoz házený druhým a prvním způsobem (0,5 m, 0,51 m a 0,52 m).

Výška levého boku od země (tabulka 6) se oproti předchozí poloze zvětšila v průměru o 7 cm, největší rozdíl mezi pokusy je také 7 cm (u stoupavého nadhozu), dokonale zažité dokončení je u padavého nadhozu (totožné hodnoty u všech třech pokusů). Rozdíly v průměrné výšce levého boku od země jsou minimální, průměrně nejnižší se levý bok nachází při stoupavém nadhozu (0,89 cm), následuje druhý způsob zpomaleného nadhozu (0,9 cm), padavý nadhoz (0,91 cm) a první způsob stoupavého nadhozu (0,92 cm). Výška pravého boku od země (tabulka 7) se zvětšila oproti poloze vypuštění míče o 8 cm, průměrná hodnota všech pokusů je téměř totožná s průměrnou hodnotou výška levého boku, přesto u padavého a druhého způsobu zpomaleného nadhozu je pravý bok výše než levý (v průměru o 2 cm a 3 cm). U stoupavého a prvního způsobu zpomaleného nadhozu je levý bok výše než pravý (průměrně o 4 cm a 1 cm). Pokusy téhož druhu jsou dobře vyrovnané, největší rozdíl je 5 cm. Nejmenší průměrná výška pravého boku od země je u stoupavého nadhozu (0,85 m), dále u prvního způsobu zpomaleného nadhozu (0,91 m) a totožná u zbylých dvou druhů nadhozu (0,93 m). Vzdálenost kotníků (tabulka 11) se dále zmenšuje, v průměru o 21 cm. Hodnoty pokusů téhož druhu jsou vyrovnané, největší rozdíl je 7 cm. Kotníky jsou při dokončení pohybu nejbližší v průměru u zpomalených nadhozů (u prvního způsobu 0,6 m a u druhého 0,64 m), dále u padavého (0,69 m) a stoupavého (0,71 m) nadhozu.

Rychlost levého kolene (tabulka 14) se oproti poloze vypuštění míče v průměru zmenšila o 0,35 m/s. Rozdíly mezi pokusy téhož druhu jsou nejvyšší u prvního způsobu zpomaleného nadhozu (1,1 m/s). Nejmenší průměrná rychlost je u prvního způsobu zpomaleného nadhozu a u stoupavého nadhozu (0,63 m/s a 0,68 m/s), dále u padavého nadhozu 0,74 m/s a nejvyšší u prvního způsobu zpomaleného nadhozu (1,07 m/s).

Rychlost pravého zápěstí (tabulka 13) se po vypuštění míče rapidně snížila, v průměru na 2,64 m/s. U padavého a druhého způsobu zpomaleného nadhozu jsou pokusy méně vyrovnané (největší rozdíl 1,73 m/s). Nejmenší průměrná rychlost pravého zápěstí je u stoupavého nadhozu (1,15 m/s), následuje padavý nadhoz (2,62 m/s) a zpomalený nadhoz házený prvním (3,11 m/s) a druhým (3,69 m/s). Rychlost levého zápěstí (tabulka 15) se zmenšila průměrně na 1,34 m/s. Rychlosti u pokusů téhož druhu jsou vyrovnané, nejvyšší rozdíl je 0,68 m/s. Nejmenší průměrná rychlost levého zápěstí je u zpomalených nadhozů (druhý způsob 0,79 m/s a první způsob 1,2 m/s), následuje padavý nadhoz (1,59 m/s) a stoupavý nadhoz (1,77 m/s).

Úhel spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 16) se zvětšil v průměru o $9,2^\circ$. Větší rozdíl mezi pokusy je u prvního způsobu zpomaleného nadhozu (14°), jinak jsou pokusy poměrně vyrovnané. Menší průměrný úhel je u padavého a druhého způsobu zpomaleného nadhozu ($11,27 \text{ m/s}$ a $14,14 \text{ m/s}$), větší u prvního způsobu zpomaleného a stoupavého nadhozu ($21,5 \text{ m/s}$ a $22,3 \text{ m/s}$). Úhel spojnice boků k rovině země (tabulka 17) se oproti předchozí poloze také zvětšil, průměrně o $2,47^\circ$. Nejvíce rovnoběžné jsou boky se zemí u padavého nadhozu (průměrná hodnota $3,42^\circ$), trochu méně u druhého a prvního způsobu zpomaleného nadhozu (průměrná hodnota 5° a $5,3^\circ$) a stoupavého nadhozu (průměrná hodnota $5,83^\circ$).

Úhel levého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 18) se nepatrně zmenšil, v průměru o $3,6^\circ$. Hodnoty pokusů jsou vyrovnané, menší průměrný úhel je u zpomalených nadhozů – druhého a prvního způsobu ($46,3^\circ$ a $46,67^\circ$), větší u padavého ($51,6^\circ$) a stoupavého ($54,93^\circ$) nadhozu. Úhel pravého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety (tabulka 19) se zmenšil v průměru o 15° , hodnoty pokusů téhož druhu již nejsou tolik vyrovnané (největší rozdíl je $11,4^\circ$ u prvního způsobu zpomaleného nadhozu). Nejmenší průměrný úhel pravého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety je u zpomalených nadhozů (u druhého způsobu je $5,78^\circ$ a u prvního způsobu je $10,65^\circ$). Následuje padavý nadhoz ($18,73^\circ$) a stoupavý nadhoz ($28,17^\circ$).

Úhel spojnice boků a spojnice ramen (tabulka 20) se zmenšil v průměru o $20,8^\circ$, hodnoty mezi pokusy téhož druhu nejsou příliš vyrovnané (největší rozdíl je 21° u stoupavého nadhozu). Nejmenší průměrný úhel boky ramena je u druhého způsobu zpomaleného nadhozu ($128,3^\circ$), dále následuje stoupavý nadhoz ($137,3^\circ$), první způsob zpomaleného nadhozu ($138,7^\circ$) a padavý nadhoz ($145,3^\circ$).

Úhel v levém kolenu (tabulka 21) se zvětšil průměrně o $16,3^\circ$, pokusy jsou téměř vyrovnané. Větší rozdíly v průměrných hodnotách nejsou patrné, nejmenší úhel je u padavého nadhozu (160°), těsně následují stoupavý ($162,3^\circ$), první způsob ($163,3^\circ$) a druhý způsob ($165,3^\circ$) zpomaleného nadhozu. Úhel v pravém kolenu (tabulka 22) se naopak zmenšil v průměru o 12° , hodnoty pokusů jsou poměrně vyrovnané. Největší průměrný úhel v pravém kolenu je u padavého nadhozu (155°), menší pak u stoupavého nadhozu (142°) a druhého a prvního způsobu zpomaleného nadhozu (135° a 133°).

Úhel v levém lokti (tabulka 23) se zmenšil v průměru o 46° , pokusy nejsou příliš vyrovnané, rozdíl činí až 21° . Nejmenší průměrný úhel v levém lokti je u stoupavého a

prvního způsobu zpomaleného nadhozu ($102,6^\circ$ a $109,8^\circ$), dále u padavého nadhozu $117,7^\circ$, největší pak u druhého způsobu zpomaleného nadhozu ($143,3^\circ$). Úhel v pravém lokti (tabulka 24) se oproti předchozí poloze zmenšil průměrně o 35° . Pokusy téhož druhu jsou poměrně vyrovnané, menší průměrný úhel v pravém lokti je u padavého a stoupavého nadhozu ($97,9^\circ$ a $100,1^\circ$), větší u zpomaleného nadhozu házeného prvním a druhým způsobem (126° a $145,3^\circ$).

Úhel v levém rameni (tabulka 25) se oproti poloze vypuštění míče zmenšil v průměru o 18° . Pokusy téhož druhu nejsou příliš vyrovnané, maximální rozdíl je 17° u padavého nadhozu. Největší průměrný úhel v levém rameni je u stoupavého nadhozu ($20,7^\circ$), následuje nadhoz padavý ($17,6^\circ$) a zpomalený házený prvním ($17,23^\circ$) a druhým ($12,85^\circ$) způsobem.

Vzdálenost kotníků je při dokončení pohybu u Javůrkové větší téměř o 20 cm, pohybuje se kolem 0,9 m. Úhel spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety je u námi sledované nadhazovačky poněkud menší, cca o 10° . Rozdíly mezi ostatními proměnnými nejsou významné.

6. Závěr

Padavý nadhoz

Při padavém nadhozu začíná nadhazovačka pokus v nejširším základním postavení. Vzdálenost kotníků dosahuje průměrně 44 cm, levý i pravý bok se nachází nejvýše vzhledem k ostatním druhům nadhozu, levé koleno je nejvíce pokrčeno. Levé chodidlo svírá se spojnicí domácí a druhé mety nejmenší úhel, zatímco pravé největší. Boky svírají s rovinou země druhý největší úhel, hned po druhém způsobu zpomaleného nadhozu. Ramena svírají s boky nejmenší úhel, tj. nejvíce se odklánějí od rovnoběžného postavení. Úhel v loktech je největší, paže jsou v nich nejméně pokrčeny.

Začátek výkroku je při padavém nadhozu proveden nejpomaleji, průměrně ale pouze o 0,01 s než u stoupavého nadhozu. Kotníky se od sebe při této poloze vzdálily nejméně, pouze o 2 cm, na 46 cm. Úhel v levém lokti se zmenšil o 30°. Rychlosti míče, pravého zápěstí a levého kolene se zvětšily nejméně ze všech druhů nadhozu. Změny ostatních proměnných nebyly v této poloze významné.

Vrchol náprahu je také proveden nejpomaleji, tentokrát se průměrný rozdíl zvětšil na 0,04 s oproti stoupavému nadhozu. Levé koleno je nejnižší nad zemí, stejně jako levý bok. Vzdálenost kotníků je druhá nejvyšší, o 1 cm menší než u stoupavého nadhozu. Boky svírají s rovinou země nejmenší úhel a se spojnicí ramen úhel největší, neboli nejvíce se ze všech druhů nadhozu v této poloze přibližují rovnoběžnosti ramena-boky-země. Úhel v levém kolenu je nejmenší, stejně jako úhel v levém lokti. Rychlost pravého zápěstí a míče je největší ze všech druhů nadhozu.

Konec výkroku nastal opět nejpomaleji, rozdíl oproti stoupavému nadhozu zůstává 0,04 s. Levý bok je opět nejnižší, ale ve stejné průměrné výšce jako u stoupavého nadhozu (0,81 m). Vzdálenost kotníků je stále druhá největší, o 2 cm kratší než u stoupavého nadhozu. Levé chodidlo svírá se spojnicí domácí a druhé mety největší úhel, stejně jako pravé chodidlo. Ramena jsou téměř rovnoběžná s boky, svírají největší úhel 178°. Úhly v levém a pravém kolenu jsou nejmenší – kolena jsou nejvíce pokrčena. Úhel v pravém lokti je největší, nejvyšší je i rychlost pravého zápěstí a míče.

Vypuštění míče nastalo 0,04 s po dokončení výkroku. Levé koleno a levý bok se

nachází nejnižší, vzdálenost kotníků je největší ze všech druhů nadhozu. Úhel spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety je druhý nejmenší, cca o $1,4^\circ$ větší než u stoupavého nadhozu. Úhel spojnice boků k rovině země je nejmenší. Levé chodidlo svírá se spojnici domácí a druhé mety největší úhel ($59,8^\circ$), zatímco pravé druhý nejmenší (jen o $0,03^\circ$ větší než u stoupavého nadhozu). Úhel spojnice boků a spojnice ramen je největší, cca o 12° větší než u prvního způsobu zpomaleného nadhozu. Úhel v kolenou je stále nejmenší, stejně jako úhel v levém lokti, úhel v pravém lokti je v okamžiku vypuštění míče druhý nejmenší (cca o 13° větší než u druhého způsobu zpomaleného nadhozu). Úhel v levém rameni (odtažení paže) je největší. Rychlost levého a pravého zápěstí je nejvyšší, levého kolene nejnižší. Rychlost míče je v okamžiku vypuštění druhá nejvyšší, o téměř 3 m/s pomalejší než u stoupavého nadhozu a o 2 m/s rychlejší než u druhého způsobu zpomaleného nadhozu.

Pravá špička se při dokončení pohybu nachází na zemi, vzdálenost kotníků je druhá nejvyšší (0,69 m), hned po stoupavém nadhozu. Levé koleno se nachází o 1 cm níže než u ostatních druhů nadhozu, pravý bok se nachází nad zemí nejvýše. Spojnice boků svírá se spojnici domácí a druhé mety nejmenší úhel, stejně jako s rovinou země. Úhel spojnice boků a spojnice ramen je největší (145°), tak jako úhel v pravém kolenu (155°). Naopak úhel v levém kolenu je nejmenší. Úhel v pravém lokti je o málo větší než pravý, pravá paže je při dokončení pohybu pokrčena. Rychlost levého kolene a levého zápěstí je druhá největší, rychlost pravého zápěstí druhá nejmenší (cca o 1,5 m/s větší než u stoupavého nadhozu).

Stoupavý nadhoz

V základním postavení se pravý bok vyskytuje v nejnižší poloze a tak je tomu i ve všech dalších základních polohách. Levé koleno se nachází ve stejné výšce jako u padavého nadhozu (0,41 m), úhel v levém kolenu je největší, zatímco v pravém nejmenší. Úhel v levém lokti ($124,3^\circ$) je nejmenší, v pravém (120°) druhý největší, úhel v levém rameni je druhý nejmenší. Další hodnoty proměnných jsou průměrné. Začátek výkroku nastává po 0,72 s, což je druhý nejrychlejší začátek. Kotníky jsou od sebe nejvíce vzdáleny (0,52 m), úhel boků ke spojnici domácí a druhé mety je největší,

úhel levého chodidla k těže spojnicí je druhý nejmenší ($9,2^\circ$). Úhel pravého chodidla ke spojnicí domácí a druhé mety je největší (12°), stejně jako úhel spojnice boků a spojnice ramen (170°). Úhel v levém lokti je druhý největší, přesahuje 100° , úhel v pravém lokti je nejmenší a úhel v levém rameni je největší (50°).

Vrchol náprahu nastává jako druhý nejrychlejší, $0,49$ s po začátku výkroku. Levá špička se nachází nejvýše – 11 cm nad zemí, a také levé koleno je nejvýše ($0,56$ m).

Vzdálenost kotníků je opět největší ($1,12$ m). Úhel spojnice boků vzhledem ke spojnicí domácí a druhé mety je nejmenší ($3,65^\circ$), stejně jako úhel levého a pravého ($22,6^\circ$ a $17,6^\circ$) chodidla k těže spojnicí. Úhel v levém kolenu je druhý nejmenší (142°) a v pravém kolenu nejmenší (140°). Úhel v levém lokti je 172° (druhý nejmenší) a v pravém lokti je nejmenší – 161° . Rychlost míče při vrcholu náprahu je druhá nejmenší ($17,7$ m/s).

Konec výkroku nastává jako druhý nejrychlejší (při $1,28$ s), $0,07$ s po vrcholu náprahu. Výška levého kolena i levého boku nad zemí je stejná jako u padavého nadhozu ($0,47$ m a $0,81$ m). vzdálenost kotníků je největší ze všech druhů nadhozu v této poloze ($1,08$ m). Úhel spojnice boků ke spojnicí domácí a druhé mety je stále nejmenší ($4,06^\circ$), úhel levého chodidla k těže spojnicí je druhý největší ($47,9^\circ$), úhel pravého chodidla je nejmenší ($22,9^\circ$). Úhel spojnice boků a spojnice ramen je druhý největší (opět po padavém nadhozu), úhel v levém rameni je roven $75,7^\circ$ a je druhý největší hned po prvním způsobu zpomaleného nadhozu. Rychlost pravého zápěstí je druhá nejvyšší ($10,3$ m/s), rychlost levého zápěstí je nejvyšší ($5,24$ m/s).

Při vypuštění míče se pravé koleno nachází nejnižší ($0,42$ m) nad zemí stejně jako levý bok ($0,82$ m/s). vzdálenost kotníků je stále největší ($0,95$ m), úhel spojnice boků ke spojnicí domácí a druhé mety je nejmenší ($4,7^\circ$), stejně jako úhel pravého chodidla k těže spojnicí ($28,2^\circ$). Úhel spojnice boků a spojnice ramen je nejmenší (151°), úhel v levém lokti je druhý největší (o $1,3^\circ$ menší než u padavého nadhozu), úhel v pravém lokti největší ($164,3^\circ$). Rychlost míče je nejvyšší ($20,5$ m/s), rychlost levého kolene také ($1,43$ m/s).

Výška pravé špičky nad zemí při dokončení pohybu je 1 cm, tj. pravá noha je na zemi. Pravé koleno i levý bok jsou nejnižší ze všech druhů nadhozu, vzdálenost kotníků je největší ($0,71$ m). Úhel spojnice boků ke spojnicí domácí a druhé mety je největší ($22,3^\circ$), úhly levé a pravé špičky k těže spojnicí jsou také největší ($54,9^\circ$ a $28,7^\circ$). Úhel

v levém lokti ($102,6^\circ$) je nejmenší, zatímco úhel v levém rameni je největší ($20,7^\circ$). Rychlost pravého zápěstí ($1,15$ m/s) při dokončení pohybu je nejnižší, naopak rychlost levého zápěstí ($1,77$ m/s) je nejvyšší.

Zpomalený nadhoz

V základním postavení se sledované proměnné významněji vymykají průměrným hodnotám v několika případech. Výška levého kolena od země je extrémní, u prvního způsobu zpomaleného nadhozu je maximální ($0,42$ m), u druhého minimální ($0,4$ m) vzhledem ke zbylým dvou druhům nadhozu. Vzdálenost kotníků je minimální u druhého způsobu ($0,41$ m), u prvního způsobu je vzdálenost stejná jako u stoupavého nadhozu ($0,42$ m). Úhel spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety je minimální u druhého způsobu ($84,6^\circ$), úhel levého chodidla k téže spojnici je největší u prvního způsobu (16°) a druhý největší u druhého způsobu ($12,8^\circ$). Úhel spojnice boků k rovině země je minimální u prvního způsobu ($1,38^\circ$) a maximální u druhého ($2,76^\circ$), úhel spojnice boků a spojnice ramen je maximální u druhého způsobu ($174,3^\circ$). Maximálních hodnot nabývá druhý způsob i u úhlu v pravém kolenu (165°) a v levém lokti ($127,7^\circ$). Úhel v levém rameni je u druhého způsobu nejmenší ($14,02^\circ$).

Začátek výkroku nastal u druhého způsobu průměrně v čase $0,67$ s, což je o $0,05$ s dříve než u prvního způsobu nebo stoupavého nadhozu. Hodnoty vzdálenosti kotníků se nachází mezi padavým a stoupavým nadhozem, menší u prvního způsobu ($0,5$ m), nepatrně větší u druhého způsobu ($0,51$ m). Úhel spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety je nejmenší u druhého způsobu ($85,47^\circ$), druhý nejmenší u prvního ($85,53^\circ$), což je cca o $1,7^\circ$ menší úhel než u padavého nadhozu. Úhel spojnice boků k rovině země je v této poloze maximální naopak u prvního způsobu ($1,78^\circ$) a minimální u druhého způsobu ($0,83^\circ$). Druhý způsob zpomaleného nadhozu má minimální hodnoty i u úhlu levého a pravého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety a u úhlu boky ramena. Úhel v levém a pravém kolenu je u druhého způsobu také maximální, minimální je úhel v pravém kolenu u prvního způsobu. Další maximálních hodnot nabývá druhý způsob u úhlů v pravém a levém lokti, u úhlu v levém rameni dosahuje hodnoty minimální. Rychlost míče, stejně jako rychlost pravého zápěstí, je největší u

druhého způsobu(4,29 m/s a 2,59 m/s), druhá největší u prvního(3,29 m/s a 2,54 m/s). Rychlost levého kolene je u prvního způsobu o cca 0,5 m/s větší než u ostatních druhů nadhozu.

Vrchol náprahu nastává rychleji u prvního způsobu, po 0,48 s od začátku výkroku, u druhého způsobu je to po 0,52 s. Celkově vrchol náprahu nastává u zpomaleného nadhozu (1,19 s a 1,2 s) dříve než u stoupavého (1,21 s) a padavého (1,25 s). Pravé koleno nabývá nejvyšší výšky nad zemí u prvního způsobu (0,45 m), nejmenší u druhého způsobu (0,42 m), hodnoty vzdálenosti u levého kolena se pohybují mezi hodnotami padavého a stoupavého nadhozu. Vzdálenost kotníků je minimální (1,04 m u prvního a 1,05 m u druhého způsobu), o 7 cm menší než u zbylých nadhozů. U druhého a prvního způsobu svírá pravé chodidlo největší (21,17°) a druhý největší (20,3°) úhel se spojnicí domácí a druhé mety. Minimální je hodnota úhlu spojnice boků a spojnice ramen u druhého způsobu (155°), nejvyšší jsou hodnoty obou způsobů u úhlů v levém a pravém kolenu a levém lokti. Minimální je hodnota úhlu v pravém lokti u druhého způsobu (158,7°) a úhlu v levém rameni u prvního způsobu (81,8°). Rychlost míče u prvního způsobu je nejmenší ze všech druhů nadhozu (6,48 m/s).

Konec výkroku nastává v nejkratším čase 1,24 s u prvního způsobu a 1,29 s u druhého. U prvního způsobu se boky nachází v největší výšce nad zemí (0,84 m a 0,83 m), kotníky jsou stále nejbliže u sebe ze všech druhů nadhozu (0,9 m u druhého způsobu a 1 m u prvního). Boky svírají u druhého způsobu se spojnicí domácí a druhé mety o téměř 4° větší úhel než u padavého nadhozu, levé chodidlo svírá se stejnou spojnicí nejmenší úhel (43,2°). Úhel boků a roviny země je nejmenší u druhého způsobu (1,42°) a největší u prvního způsobu (43,17°). Minimálních hodnot nabývá i proměnná úhel spojnice boků a spojnice ramen – 164,7° u druhého a 167,3° u prvního způsobu. Maximální úhel v levém kolenu je u prvního způsobu (155,3°), v pravém u druhého (157,3°). Úhel v loktech i úhel v levém rameni je nejmenší u druhého způsobu. Rychlost míče i rychlost pravého a levého zápěstí je nejmenší u prvního způsobu, naopak rychlost levého kolene je u něj největší.

Při vypuštění míče jsou u druhého způsobu nejvýše levé koleno i pravý bok, u prvního levý bok. Vzdálenost kotníků je stále nejmenší, rozdíl činí až 20 cm. Úhel boků i pravého chodidla vzhledem ke spojnicí domácí a druhé mety je největší u druhého způsobu (11,05° a 33,67°), druhý největší u prvního způsobu (10,49° a 33,3°). Největší

je i úhel boků k rovině země – $3,23^\circ$ u prvního a $2,79^\circ$ u druhého způsobu, a naopak nejmenší je úhel levého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety ($49,77^\circ$ u prvního a $45,53^\circ$ u druhého způsobu). Úhly v kolenou jsou také největší, úhel v levém lokti je nejmenší u prvního způsobu a v pravém u druhého. Úhel v levém rameni je nejmenší u druhého způsobu ($27,03^\circ$). Rychlost míče při vypuštění je nejmenší u druhého způsobu ($14,87^\circ$) a druhá nejmenší u prvního způsobu ($15,83^\circ$).

Při dokončení se pravá špička, narozdíl od stoupavého a padavého nadhozu, nachází ve vzduchu, její vzdálenost od země je 5 cm. Vzdálenost kotníků je stále nejmenší, u prvního způsobu je rovna 0,6 m, u druhého 0,64 m. Úhel spojnice boků ke spojnici domácí a druhé mety se u prvního pokusu ($21,5^\circ$) přibližuje úhlu u stoupavého nadhozu, u druhého pokusu ($14,14^\circ$) úhlu u padavého nadhozu. Úhel levého i pravého chodidla ke spojnici domácí a druhé mety je u obou způsobů nejmenší, úhel spojnice boků a spojnice ramen je nejmenší u druhého způsobu ($128,3^\circ$). U prvního pokusu je největší úhel v pravém koleni ($165,3^\circ$) a nejmenší úhel v levém ($133,3^\circ$), úhel v loktech je maximální u druhého způsobu, úhel v levém rameni je u druhého způsobu minimální. Rychlost pravého zápěstí po vypuštění míče je u obou způsobů nejvyšší ($3,11$ m/s u prvního a $3,69$ m/s u druhého způsobu), rychlost levého kolena a levého zápěstí je u druhého způsobu nejmenší.

Načasování celého pohybu i rychlost pravého zápěstí při vypuštění míče je u všech druhů nadhozu stejná, ale rychlost vypuštěného míče při zpomalených nadhozech je znatelně nižší (což je cílem). Zápěstí se při zpomalených nadhozech nezapojuje švihem do vypuštění míče, sledovaná nadhazovačka je provádí žádoucím způsobem.

Celkově se ukázal zpomalený nadhoz jako méně vyrovnaný a stabilní v porovnání se stoupavým a padavým nadhozem. Získané údaje ukazují na velmi dobré zvládnutí stoupavého a padavého nadhozu, poměrně dobré ovládnutí zpomaleného nadhozu házeného prvním způsobem.

7. Soupis použité literatury

- 1) ALLARD, P., STOKES, I. A F., BLANCHI, JP. *Three-dimensional analysis of human movement*. Champaign: Human Kinetics, 1995. 369 s. ISBN 0-87322-623-2.
- 2) BARRENTINE, S. W., FLEISIG, G. S., WHITESIDE, J. A., ESCAMILLA, R. F., ANDREWS, J. R. Biomechanics of Windmill Softball Pitching With Implications About Injury Mechanisms at the Shoulder and Elbow. *JOSPT* Vol. 28, 12 - 1998, no. 6, p. 405 – 414.
- 3) ČESKÁ SOFTBALLOVÁ ASOCIACE. KOMISE ROZHODČÍCH. *Česká softballová asociace. Pravidla softballu 2006-2009, platná od 1.4.2006* [online]. c 26.4.2006, [cit. 2006-06-08]. Dostupné z <http://www.softball.cz/download/formulare/pravidla2006.pdf>
- 4) ČESKÁ SOFTBALLOVÁ ASOCIACE. KOMISE ROZHODČÍCH. *Pravidla softballu: platná od 1.4.2001*. Praha: ČSA, 2001. 84 s.
- 5) JANURA, M., ZAHÁLKA, F. *Kinematická analýza pohybu člověka*. 1.vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2004. 209 s. ISBN 80-244-0930-5.
- 6) JAVŮRKOVÁ, G. *Longitudinální sledování změn v technice nadhazování u vrcholové nadhazovačky v softballu*. Praha, 2000. 48 s. Diplomová práce na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy na katedře sportovních her. Vedoucí diplomové práce PhDr. Vladimír Süß, PhD.
- 7) JOSEPH, J. *The Softball Coaching Bible*. Champaign: Human Kinetics, 2002. 349 s. ISBN 0-7360-3827-2.
- 8) KNOBLOCH. P., a kol. *Softball, baseball pro trenéry všech tříd*. Praha: Tělovýchovná škola, 1987. 143 s.
- 9) KNUDSON, D. V., MORRISON, C. S. *Qualitative Analysis of Human Movement*. Champaign: Human Kinetics, 1997. 205 s. ISBN 0-88011-523-8.
- 10) PEARCE, D. *Softball pitching level 3*. Canada 1982.

- 11) REDMER, B. Trunk rotation. *FastPitch World*, 1996, no. 3, p. 23.
- 12) SÜSS, V. *Softball a baseball: technika, herní situace, pravidla*. Praha: Grada, 2003. 113 s. ISBN 80-247-0658-X.
- 13) SÜSS, V., ZAHÁLKA, F. Diagnostika herních dovedností jako součást kvalitativní analýzy. In *Pedagogická kinantropologie ' 98*. Sborník z vědeckého semináře. Praha, 1999. s. 83 – 85. ISBN 80-7184-854-9.
- 14) SÜSS, V., ZAHÁLKA, F. Monitoring of softball pitch performed by a top woman pitcher how it has changed in the course of five years of her practice. *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica* Vol 37,1 – 2001. Praha: Karolinum, 2001. s. 89 – 96.
- 15) SÜSS, V. *Herní situace v softballu*. Praha: ČSA, 2000. 60 s.
- 16) THE INTERNATIONAL SOFTBALL FEDERATION. *International Softball Federation – Rules and Standards* [online]. c 2006, [cit. 2006-06-08]. Dostupné z <http://www.internationalsoftball.com/english/rules_standards/Rulebook_2002.pdf>
- 17) VERONI, K. *J.Coaching Fastpitch Softball Successfully*. Champaing: Human Kinetics, 1998. 239 s. ISBN 0-88011-546-7.
- 18) WAAGE, G. WAAGE, M. *Příručka pro softballové trenéry: Úroveň 2*. Praha: ČSA, 2002. 89 s.
- 19) WAAGE, G. WAAGE, M. *Příručka pro softballové trenéry I*. Praha : ČSA, 1998. 99 s.
- 20) WERNER, S. L. Shoulder distraction force. *FastPitch World*, 1995, no. 12, p. 24.
- 21) WERNER, S. L. Softball Pitching at the 1996 Olympic Games. *FastPitch World*, 1998, no. 11, p. 22.
- 22) ZAHÁLKA, F., SÜSS, V. Srovnávací prostorová 3D analýza softballového nadhozu. In *SUCHOMEL, A., JANDOVIČ, S. (editoři). Tělesná výchova a sport 2000, Liberec – Euroregion Nisa*. Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké

konference – Liberec 22. – 23. června 2000. Liberec: KTV FP TU, 2000. s. 349-352. ISBN 80-7083-417-X.

- 23) ZAHÁLKA, F., SÜSS, V., TŮMA, M. Hodnocení dovedností pomocí kinematických analýz. In *TÁBORSKÝ, F. Sportovní hry, trénink, výzkum, perspektivy: seminář pořádaný ČOV ve spolupráci s FTVS UK v Praze.* Praha: ČOV, 2000. 187

Přílohy

Seznam příloh:

Příloha 1 Výsledky proměnných

Příloha 2 Průměrné hodnoty

Příloha 1

nad1		1 0 s	2 0,72 s	3 1,24 s	4 1,32 s	5 1,36 s	6 1,6 s	
1	m	traj-P-spicka	0,02	0	0	0,01	0	0
2		traj-L-spicka	0,02	0	0,1	0	0	0
3		traj-L-koleno	0,41	0,46	0,55	0,48	0,48	0,48
4		traj-P-koleno	0,46	0,49	0,43	0,44	0,43	0,48
5		traj-L-bok	0,85	0,86	0,9	0,84	0,84	0,91
6		traj-P-bok	0,87	0,86	0,85	0,83	0,83	0,92
7		traj-P-kotnik-xz	0,99	1,06	1,63	1,77	1,89	2,26
8		traj-P-zapesti-xy	1,14	1,08	2,64	2,02	2,05	3,13
9		traj-P-zapesti-xz	0,87	0,8	1,89	1,59	1,89	2,8
10		vzd-kotniky	0,4	0,47	1,06	1,04	0,97	0,69
11	m/s	rych-mic	0,1	3,67	7,39	13,2	18,4	0,39
12		rych-P-zapesti	0,37	1,74	5,77	11,7	12,1	1,81
13		rych-L-koleno	0,21	0,55	2,94	1,77	1,23	0,4
14		rych-L-zapesti	0,39	0,62	4,24	4,38	3,49	1,48
15	°	uhel-boky-xy	86,1	89,2	6,35	5,84	6,97	11,2
16		uhel-boky-xz	3,46	0,76	7,38	1,91	1,08	1,69
17		uhel-Lchod-xy	14,3	11,2	23,9	54	58,5	51,7
18		uhel-Pchod-xy	0,75	8,44	10,5	23,8	26,3	18,8
19		uhel-boky-ramena	170	168	160	177	166	152
20		uhel-L-koleno	141	172	142	153	142	167
21		uhel-P-koleno	165	137	149	149	152	162
22		uhel-L-loket	123	106	167	178	178	126
23		uhel-P-loket	128	154	159	154	154	94,7
24		uhel-L-rameno	12,8	48,1	92,9	61,2	36,7	26,3

nad2		1 0 s	2 0,72 s	3 1,28 s	4 1,32 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1 traj-P-spicka	m	0,03	0,01	0	0	0,01	0
2 traj-L-spicka		0,02	0	0,01	0	0	0
3 traj-L-koleno		0,41	0,46	0,48	0,45	0,46	0,48
4 traj-P-koleno		0,44	0,5	0,43	0,42	0,42	0,54
5 traj-L-bok		0,84	0,87	0,83	0,79	0,81	0,91
6 traj-P-bok		0,83	0,85	0,82	0,82	0,84	0,96
7 traj-P-kotnik-xz		1,02	1,04	1,63	1,73	1,84	2,22
8 traj-P-zapesti-xy		1,08	1,04	2,37	2,06	2,15	3,22
9 traj-P-zapesti-xz		0,7	0,81	1,68	1,62	1,97	2,75
10 vzd-kotniky		0,44	0,45	1,15	1,06	0,94	0,71
11 rych-mic	m/s	1,05	3,53	9,08	12,4	16,9	1,38
12 rych-P-zapesti		6,05	1,94	7,75	11,2	12,2	3,41
13 rych-L-koleno		0,67	0,62	2,88	1,8	0,53	0,77
14 rych-L-zapesti		1,34	0,55	4,9	4,78	4,97	1,98
15 uhel-boky-xy	°	88,7	83,2	9,26	7,2	4,09	12,5
16 uhel-boky-xz		0,58	2,19	1,37	3,45	2,71	6,35
17 uhel-Lchod-xy		2,41	10,2	44,7	58,1	63,7	50,9
18 uhel-Pchod-xy		4,67	3,88	26,5	29,1	29,4	16,9
19 uhel-boky-ramena		179	158	172	179	171	151
20 uhel-L-koleno		131	167	141	147	140	154
21 uhel-P-koleno		162	137	148	144	147	146
22 uhel-L-loket		143	91,9	163	168	170	118
23 uhel-P-loket		131	156	164	152	145	107
24 uhel-L-rameno		18,5	33,9	85,9	79,3	56,5	16,8

nad3		1	2	3	4	5	6
		0 s	0,76 s	1,24 s	1,32 s	1,36 s	1,6 s
1	traj-P-spicka	0,01	0	0	0	0	0,01
2	traj-L-spicka	0	0	0,08	0	0	0
3	traj-L-koleno	0,4	0,45	0,54	0,47	0,48	0,47
4	traj-P-koleno	0,3	0,49	0,42	0,43	0,43	0,47
5	traj-L-bok	0,83	0,84	0,88	0,79	0,81	0,91
6	traj-P-bok	0,85	0,84	0,85	0,8	0,81	0,92
7	traj-P-kotnik-xz	1,21	1,15	1,6	1,78	1,89	2,34
8	traj-P-zapesti-xy	1,17	1,13	2,67	2,09	2,08	3,26
9	traj-P-zapesti-xz	0,95	0,86	1,97	1,68	1,94	2,8
10	vzd-kotniky	0,49	0,46	1,11	1,07	1	0,67
11	rych-mic	0,28	3,57	7	12,6	17,7	1,95
12	rych-P-zapesti	0,58	2,02	5,35	11,5	11,6	2,64
13	rych-L-koleno	0,66	0,62	2,68	1,82	1,16	1,06
14	rych-L-zapesti	0,35	1,11	4,18	4,31	3,78	1,3
15	uhel-boky-xy	80,9	89,2	7,53	7,06	7,31	10,1
16	uhel-boky-xz	3,2	0,75	4,71	1,83	0,08	2,22
17	uhel-Lchod-xy	10,9	6,96	23,9	55,5	57,2	52,2
18	uhel-Pchod-xy	28,1	16,3	18,9	27,9	29	20,5
19	uhel-boky-ramena	168	165	160	178	175	133
20	uhel-L-koleno	137	166	137	149	139	159
21	uhel-P-koleno	165	136	147	141	147	157
22	uhel-L-loket	117	94,5	174	177	172	109
23	uhel-P-loket	133	158	158	159	157	92,1
24	uhel-L-rameno	17,9	39,1	92,4	61,8	39,7	9,88

nach4		1 0 s	2 0,72 s	3 1,2 s	4 1,24 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1 traj-P-spicka	m	0,01	0	0	0	0	0,06
2 traj-L-spicka		0,02	0	0,05	0	0,01	0,01
3 traj-L-koleno		0,39	0,45	0,56	0,5	0,47	0,49
4 traj-P-koleno		0,45	0,49	0,44	0,45	0,44	0,52
5 traj-L-bok		0,81	0,85	0,9	0,86	0,85	0,93
6 traj-P-bok		0,83	0,86	0,85	0,83	0,85	0,93
7 traj-P-kotnik-xz		1	1,14	1,67	1,75	2,03	2,41
8 traj-P-zapesti-xy		1,08	1,09	2,68	2,43	2,38	3,41
9 traj-P-zapesti-xz		0,83	0,79	1,89	1,7	2,27	2,92
10 vzd-kotniky		0,41	0,51	1,01	0,99	0,81	0,61
11 rych-mic	m/s	0,39	3,64	6,54	9,27	16,7	2,81
12 rych-P-zapesti		0,87	2,87	5,27	7,7	10,9	3,29
13 rych-L-koleno		0,64	1,28	2,49	2,58	0,87	1,24
14 rych-L-zapesti		0,35	0,66	4,5	3,84	2,86	1,09
15 uhel-boky-xy	°	86,7	88,1	8,9	6,31	9,96	16,5
16 uhel-boky-xz		3,28	1,12	7,32	4,45	0,38	1,17
17 uhel-Lchod-xy		17,8	15,4	28,1	39,7	46,1	46,6
18 uhel-Pchod-xy		1,47	14,6	13,4	21,5	27,9	15
19 uhel-boky-ramena		172	162	158	167	164	136
20 uhel-L-koleno		141	170	148	152	144	161
21 uhel-P-koleno		163	138	154	149	161	135
22 uhel-L-loket		117	87,1	178	176	156	118
23 uhel-P-loket		119	169	165	162	160	121
24 uhel-L-rameno		17,8	45,2	87,6	74,5	24,6	16,1

nach5		1 0 s	2 0,72 s	3 1,2 s	4 1,24 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1 traj-P-spicka	m	0,02	0	0	0,01	0	0,01
2 traj-L-spicka		0,01	0	0,04	0	0	0
3 traj-L-koleno		0,43	0,46	0,53	0,47	0,48	0,49
4 traj-P-koleno		0,44	0,5	0,45	0,43	0,43	0,51
5 traj-L-bok		0,83	0,85	0,88	0,83	0,86	0,89
6 traj-P-bok		0,83	0,86	0,86	0,83	0,81	0,91
7 traj-P-kotnik-xz		1,05	1,12	1,66	1,76	2,07	2,45
8 traj-P-zapesti-xy		1,14	1,11	2,79	2,55	2,34	3,49
9 traj-P-zapesti-xz		0,89	0,82	2,07	1,84	2,23	3,04
10 vzd-kotniky		0,43	0,49	1,08	1,01	0,8	0,57
11 rych-mic	m/s	0,23	4,24	6,4	8,48	15	4,99
12 rych-P-zapesti		0,6	2,53	5,48	7,26	10,6	2,57
13 rych-L-koleno		0,5	1,03	3,09	2,26	1	1,54
14 rych-L-zapesti		1,1	1,1	4,33	3,83	3,16	1,36
15 uhel-boky-xy	°	88,3	82,4	3,55	1,42	11,1	17,2
16 uhel-boky-xz		0,12	2,3	2,35	1,04	8,33	3,44
17 uhel-Lchod-xy		10,1	5,43	30,7	39,8	51,4	45,3
18 uhel-Pchod-xy		3,97	9,31	25,4	24,2	40,1	3,56
19 uhel-boky-ramena		180	166	166	168	155	137
20 uhel-L-koleno		132	170	154	158	148	173
21 uhel-P-koleno		165	127	151	151	156	138
22 uhel-L-loket		127	112	169	178	157	114
23 uhel-P-loket		116	165	151	149	159	131
24 uhel-L-rameno		17,8	40,6	76,2	81,1	48,9	12

nach6		1 0 s	2 0,72 s	3 1,2 s	4 1,24 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1	traj-P-spicka	0	0	0	0	0,01	0,09
2	traj-L-spicka	0	0	0,03	0	0	0
3	traj-L-koleno	0,43	0,45	0,53	0,48	0,49	0,48
4	traj-P-koleno	0,46	0,48	0,45	0,42	0,45	0,52
5	traj-L-bok	0,83	0,84	0,9	0,84	0,86	0,95
6	traj-P-bok	0,83	0,83	0,85	0,82	0,85	0,9
7	traj-P-kotnik-xz	1,09	1,2	1,72	1,79	2,11	2,46
8	traj-P-zapesti-xy	1,18	1,16	2,7	2,42	2,55	3,44
9	traj-P-zapesti-xz	0,93	0,88	1,93	1,76	2,44	2,95
10	vzd-kotniky	0,41	0,51	1,04	0,99	0,78	0,63
11	rych-mic	0,13	4,09	6,49	10,3	15,8	2,83
12	rych-P-zapesti	0,41	2,21	5,33	8,52	11,2	3,48
13	rych-L-koleno	1,03	1,1	2,8	2,31	1,23	0,44
14	rych-L-zapesti	0,4	1,09	4,52	4,19	2,96	1,15
15	uhel-boky-xy	81,4	86,1	3,13	7,85	10,4	30,8
16	uhel-boky-xz	0,73	1,92	7,63	4,72	0,97	11,3
17	uhel-Lchod-xy	20,1	9,28	39,2	50	51,8	48,1
18	uhel-Pchod-xy	2,21	7,03	22,1	24,6	31,9	13,4
19	uhel-boky-ramena	167	165	157	167	155	143
20	uhel-L-koleno	143	172	156	156	154	162
21	uhel-P-koleno	164	129	143	148	158	127
22	uhel-L-loket	131	94,2	172	179	152	97,5
23	uhel-P-loket	114	160	166	153	150	126
24	uhel-L-rameno	15,9	40,7	81,7	72,7	29,2	23,6

nar7		1 0 s	2 0,72 s	3 1,2 s	4 1,28 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1 traj-P-spicka	m	0,02	0	0,01	0,01	0	0,03
2 traj-L-spicka		0	0,02	0,14	0	0	0,01
3 traj-L-koleno		0,39	0,46	0,59	0,45	0,48	0,52
4 traj-P-koleno		0,43	0,5	0,44	0,41	0,42	0,43
5 traj-L-bok		0,82	0,87	0,9	0,81	0,83	0,89
6 traj-P-bok		0,81	0,87	0,84	0,78	0,79	0,86
7 traj-P-kotnik-xz		1,04	1,19	1,6	1,8	1,99	2,33
8 traj-P-zapesti-xy		1,12	1,1	2,75	2,22	2,31	3,22
9 traj-P-zapesti-xz		0,87	0,84	2,09	1,67	2,22	2,93
10 vzd-kotniky		0,41	0,53	1,12	1,07	0,95	0,71
11 rych-mic	m/s	0,52	3,53	7,05	11,7	20,9	3,35
12 rych-P-zapesti		1,54	1,97	5,66	10,1	10,3	1,01
13 rych-L-koleno		0,7	0,83	3,28	2	1,65	0,81
14 rych-L-zapesti		0,56	1,01	4,1	5,16	3,5	2,15
15 uhel-boky-xy	°	83,7	88,8	1,96	7	0,61	24
16 uhel-boky-xz		1,27	0,41	9,31	3,83	4,8	3,61
17 uhel-Lchod-xy		16,5	11,2	15,8	46,7	58	56,4
18 uhel-Pchod-xy		0,47	17,7	14,6	23,9	28,3	28,8
19 uhel-boky-ramena		174	162	152	178	158	139
20 uhel-L-koleno		141	172	139	152	151	161
21 uhel-P-koleno		161	143	139	151	152	140
22 uhel-L-loket		130	100	169	175	169	96,8
23 uhel-P-loket		121	160	157	158	166	100
24 uhel-L-rameno		12,6	44,1	89,5	72,3	33,6	27,6

nar8		1 0 s	2 0,72 s	3 1,24 s	4 1,28 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1	traj-P-spicka	0,01	0	0,01	0,01	0	0
2	traj-L-spicka	0,03	0,01	0,07	0	0	0,01
3	traj-L-koleno	0,41	0,47	0,54	0,51	0,49	0,48
4	traj-P-koleno	0,47	0,51	0,42	0,41	0,43	0,45
5	traj-L-bok	0,82	0,86	0,87	0,83	0,81	0,88
6	traj-P-bok	0,83	0,85	0,83	0,8	0,8	0,87
7	traj-P-kotnik-xz	1,02	1,1	1,65	1,74	1,93	2,28
8	traj-P-zapesti-xy	1,12	1,05	2,6	2,31	2,14	3,22
9	traj-P-zapesti-xz	0,89	0,84	1,86	1,66	2,03	2,89
10	vzd-kotniky	0,42	0,5	1,1	1,09	0,96	0,68
11	rych-mic	0,86	4,13	7,56	10,3	18,2	4,08
12	rych-P-zapesti	0,23	2,53	5,66	8,81	11,8	1,44
13	rych-L-koleno	0,36	0,61	2,42	2,08	1,26	1,01
14	rych-L-zapesti	1,13	1,13	3,84	5,24	4,02	1,54
15	uhel-boky-xy	85,4	87,4	4,22	2,64	6,91	15,9
16	uhel-boky-xz	1,29	1,08	7,57	4,43	1,04	1,77
17	uhel-Lchod-xy	3,82	6,48	25,3	39,2	56,4	52,7
18	uhel-Pchod-xy	1,7	1,93	18,4	22,8	25,1	24,8
19	uhel-boky-ramena	170	178	161	174	166	126
20	uhel-L-koleno	140	172	148	151	141	164
21	uhel-P-koleno	162	133	143	147	151	152
22	uhel-L-loket	131	99,4	176	176	172	107
23	uhel-P-loket	119	149	165	157	154	106
24	uhel-L-rameno	12	53,4	103	89,8	45	16,6

nar9		1 0 s	2 0,72 s	3 1,2 s	4 1,28 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1 traj-P-spicka	m	0,03	0,01	0	0	0	0,01
2 traj-L-spicka		0,02	0	0,12	0	0	0
3 traj-L-koleno		0,43	0,45	0,56	0,45	0,46	0,48
4 traj-P-koleno		0,44	0,48	0,44	0,43	0,41	0,43
5 traj-L-bok		0,83	0,84	0,87	0,8	0,81	0,89
6 traj-P-bok		0,84	0,83	0,81	0,8	0,8	0,82
7 traj-P-kotnik-xz		1,09	1,21	1,7	1,87	2,08	2,32
8 traj-P-zapesti-xy		1,19	1,14	2,7	2,08	2,64	3,25
9 traj-P-zapesti-xz		0,95	0,88	1,98	1,65	2,56	2,97
10 vzd-kotniky		0,43	0,52	1,14	1,08	0,95	0,74
11 rych-mic	m/s	0,42	3,14	6,91	12,7	22,4	3,95
12 rych-P-zapesti		0,41	1,96	5,73	12	10,8	1
13 rych-L-koleno		0,85	0,41	2,9	1,9	1,39	0,22
14 rych-L-zapesti		0,42	1,61	4,89	5,33	3,2	1,63
15 uhel-boky-xy	o	87,8	87,8	4,78	2,54	6,46	27,1
16 uhel-boky-xz		1,98	1,99	8,06	1,14	1,31	12,1
17 uhel-Lchod-xy		8,53	9,86	26,7	57,7	62	55,7
18 uhel-Pchod-xy		0,57	16,3	19,8	22,1	31,2	30,9
19 uhel-boky-ramena		176	170	156	175	129	147
20 uhel-L-koleno		136	167	139	152	144	162
21 uhel-P-koleno		164	127	138	145	145	135
22 uhel-L-loket		112	105	171	179	175	104
23 uhel-P-loket		120	155	161	147	173	94,2
24 uhel-L-rameno		19,2	52,6	88,3	64,9	25,9	17,9

nach10		1 0 s	2 0,68 s	3 1,16 s	4 1,36 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1 traj-P-spicka	m	0,02	0	0	0,01	0,01	0,06
2 traj-L-spicka		0,01	0,01	0,11	0	0	0
3 traj-L-koleno		0,4	0,45	0,61	0,52	0,52	0,52
4 traj-P-koleno		0,46	0,49	0,43	0,43	0,43	0,51
5 traj-L-bok		0,82	0,87	0,9	0,85	0,85	0,92
6 traj-P-bok		0,85	0,86	0,86	0,84	0,84	0,94
7 traj-P-kotnik-xz		1,03	1,15	1,64	2,13	2,13	2,32
8 traj-P-zapesti-xy		1,13	1,11	2,78	2,66	2,66	2,31
9 traj-P-zapesti-xz		0,87	0,8	2,04	2,54	2,54	3,02
10 vzd-kotniky		0,43	0,54	1,05	0,71	0,71	0,67
11 rych-mic	m/s	0,31	4,1	6,93	15	15	7,17
12 rych-P-zapesti		0,51	2,8	5,28	11,3	11,3	2,86
13 rych-L-koleno		0,37	0,67	2,67	0,94	0,94	0,42
14 rych-L-zapesti		1,01	0,26	3,17	3,49	3,49	0,66
15 uhel-boky-xy	o	82,8	87,8	12,3	18,8	18,8	18,8
16 uhel-boky-xz		4,63	0,55	7,12	2,22	2,22	4,31
17 uhel-Lchod-xy		11	7,34	18,3	45,1	45,1	48,7
18 uhel-Pchod-xy		0,1	10,1	20,1	31	31	8,83
19 uhel-boky-ramena		171	165	148	154	154	131
20 uhel-L-koleno		138	171	145	151	151	167
21 uhel-P-koleno		164	142	153	167	167	134
22 uhel-L-loket		134	106	171	149	149	132
23 uhel-P-loket		123	172	145	128	128	143
24 uhel-L-rameno		14,1	42,2	97,6	22,1	22,1	17,3

nach11		1 0 s	2 0,64 s	3 1,2 s	4 1,24 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1 traj-P-spicka	m	0,01	0	0	0	0	0,06
2 traj-L-spicka		0,01	0,01	0,04	0	0,01	-0,01
3 traj-L-koleno		0,41	0,46	0,52	0,49	0,49	0,47
4 traj-P-koleno		0,44	0,5	0,4	0,38	0,42	0,5
5 traj-L-bok		0,81	0,84	0,86	0,81	0,85	0,9
6 traj-P-bok		0,83	0,84	0,83	0,81	0,86	0,92
7 traj-P-kotnik-xz		0,97	1,06	1,66	1,76	2,01	2,31
8 traj-P-zapesti-xy		1,13	1,06	2,66	2,37	2,57	2,84
9 traj-P-zapesti-xz		0,88	0,84	1,89	1,71	2,46	2,7
10 vzd-kotniky		0,39	0,47	1,05	1,02	0,8	0,61
11 rych-mic	m/s	0,4	4,25	7,5	10,3	15,5	5,13
12 rych-P-zapesti		0,64	2,26	5,52	8,73	11,8	3,62
13 rych-L-koleno		0,5	0,57	2,43	2,5	1,12	1,1
14 rych-L-zapesti		0,28	0,85	4	5,13	2,89	1,02
15 uhel-boky-xy	o	82,1	88,6	4,56	5,38	9,27	14,3
16 uhel-boky-xz		3,05	1,01	6,09	0,65	1,09	3,35
17 uhel-Lchod-xy		19	13,4	27,1	39,2	43,4	33,7
18 uhel-Pchod-xy		3,34	5,88	20,3	20,9	33,3	1,04
19 uhel-boky-ramena		176	166	154	168	152	123
20 uhel-L-koleno		139	175	156	154	149	168
21 uhel-P-koleno		165	144	152	159	154	130
22 uhel-L-loket		130	107	178	172	173	153
23 uhel-P-loket		112	156	167	160	130	149
24 uhel-L-rameno		9,37	39,7	95,1	76,3	28,5	12,7

nach12		1 0 s	2 0,68 s	3 1,2 s	4 1,28 s	5 1,36 s	6 1,6 s
1 traj-P-spicka	m	0,02	0	0	0	0,01	0,04
2 traj-L-spicka		0,01	0	0,07	0	0	0
3 traj-L-koleno		0,4	0,48	0,53	0,45	0,48	0,47
4 traj-P-koleno		0,44	0,51	0,44	0,42	0,46	0,53
5 traj-L-bok		0,82	0,87	0,88	0,8	0,82	0,88
6 traj-P-bok		0,82	0,87	0,86	0,81	0,86	0,93
7 traj-P-kotnik-xz		1,04	1,09	1,61	1,8	2,01	2,37
8 traj-P-zapesti-xy		1,14	1,06	2,75	2,23	2,31	2,91
9 traj-P-zapesti-xz		0,89	0,8	2	1,68	2,21	2,77
10 vzd-kotniky		0,42	0,52	1,06	0,98	0,8	0,64
11 rych-mic	m/s	0,28	4,52	7,37	11,7	14,1	9,5
12 rych-P-zapesti		0,21	2,71	5,15	10,3	11,5	4,59
13 rych-L-koleno		0,25	0,75	2,57	1,81	1,18	0,38
14 rych-L-zapesti		0,22	0,89	4,29	4,04	3,88	0,68
15 uhel-boky-xy	°	88,9	80	7,29	6,09	5,07	9,32
16 uhel-boky-xz		0,59	0,94	3,44	1,4	5,05	7,35
17 uhel-Lchod-xy		8,3	3,24	27,6	45,5	48,1	56,5
18 uhel-Pchod-xy		2,43	3,74	23,1	23,3	36,7	7,48
19 uhel-boky-ramena		176	150	163	172	154	131
20 uhel-L-koleno		137	172	153	151	154	155
21 uhel-P-koleno		166	140	144	146	151	141
22 uhel-L-loket		119	94,7	168	179	162	145
23 uhel-P-loket		121	171	164	143	158	144
24 uhel-L-rameno		18,6	38,8	88,8	59,8	30,5	8,54

Příloha 2

Tabulka 1 Časy základních poloh (s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,00	0,73	1,25	1,32	1,36	1,60
1. Zpomalený	0,00	0,72	1,20	1,24	1,36	1,60
Stoupavý	0,00	0,72	1,21	1,28	1,36	1,60
2. Zpomalený	0,00	0,67	1,19	1,29	1,36	1,60

Tabulka 2 Trajektorie P špička v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1. Zpomalený	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Stoupavý	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
2. Zpomalený	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05

Tabulka 3 Trajektorie L špička v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
1. Zpomalený	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Stoupavý	0,02	0,01	0,11	0,00	0,00	0,00
2. Zpomalený	0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00

Tabulka 4 Trajektorie L koleno v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,41	0,46	0,52	0,47	0,47	0,48
1. Zpomalený	0,42	0,45	0,54	0,48	0,48	0,49
Stoupavý	0,41	0,46	0,56	0,47	0,48	0,49
2. Zpomalený	0,40	0,46	0,55	0,49	0,50	0,49

Tabulka 5 Trajektorie P koleno v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,40	0,49	0,43	0,43	0,43	0,50
1. Zpomalený	0,45	0,49	0,45	0,43	0,44	0,52
Stoupavý	0,45	0,50	0,43	0,42	0,42	0,44
2. Zpomalený	0,45	0,50	0,42	0,41	0,44	0,51

Tabulka 6 Trajektorie L bok v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,84	0,86	0,87	0,81	0,82	0,91
1. Zpomalený	0,82	0,85	0,89	0,84	0,86	0,92
Stoupavý	0,82	0,86	0,88	0,81	0,82	0,89
2. Zpomalený	0,82	0,86	0,88	0,82	0,84	0,90

Tabulka 7 Trajektorie P bok v y (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,85	0,85	0,84	0,82	0,83	0,93
1. Zpomalený	0,83	0,85	0,85	0,83	0,84	0,91
Stoupavý	0,83	0,85	0,83	0,79	0,80	0,85
2. Zpomalený	0,83	0,86	0,85	0,82	0,85	0,93

Tabulka 8 Trajektorie P kotník v rovině xz (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	1,07	1,08	1,62	1,76	1,87	2,27
1. Zpomalený	1,05	1,15	1,68	1,77	2,07	2,44
Stoupavý	1,05	1,17	1,65	1,80	2,00	2,31
2. Zpomalený	1,01	1,10	1,64	1,90	2,05	2,33

Tabulka 9 Trajektorie P zápěstí v rovině xy (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	1,13	1,08	2,56	2,06	2,09	3,20
1. Zpomalený	1,13	1,12	2,72	2,47	2,42	3,45
Stoupavý	1,14	1,10	2,68	2,20	2,36	3,23
2. Zpomalený	1,13	1,08	2,73	2,42	2,51	2,69

Tabulka 10 Trajektorie P zápěstí v rovině xz (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,84	0,82	1,85	1,63	1,93	2,78
1. Zpomalený	0,88	0,83	1,96	1,77	2,31	2,97
Stoupavý	0,90	0,85	1,98	1,66	2,27	2,93
2. Zpomalený	0,88	0,81	1,98	1,98	2,40	2,83

Tabulka 11 Vzdálenost P – L kotník (m)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,44	0,46	1,11	1,06	0,97	0,69
1. Zpomalený	0,42	0,50	1,04	1,00	0,80	0,60
Stoupavý	0,42	0,52	1,12	1,08	0,95	0,71
2. Zpomalený	0,41	0,51	1,05	0,90	0,77	0,64

Tabulka 12 Rychlost míče (m/s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,48	3,59	7,82	12,73	17,67	1,24
1. Zpomalený	0,25	3,99	6,48	9,35	15,83	3,54
Stoupavý	0,60	3,60	7,17	11,57	20,50	3,79
2. Zpomalený	0,33	4,29	7,27	12,33	14,87	7,27

Tabulka 13 Rychlost P zápěstí (m/s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	2,33	1,90	6,29	11,47	11,97	2,62
1. Zpomalený	0,63	2,54	5,36	7,83	10,90	3,11
Stoupavý	0,73	2,15	5,68	10,30	10,97	1,15
2. Zpomalený	0,45	2,59	5,32	10,11	11,53	3,69

Tabulka 14 Rychlost L kolene (m/s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,51	0,60	2,83	1,80	0,97	0,74
1. Zpomalený	0,72	1,14	2,79	2,38	1,03	1,07
Stoupavý	0,64	0,62	2,87	1,99	1,43	0,68
2. Zpomalený	0,37	0,66	2,56	1,75	1,08	0,63

Tabulka 15 Rychlost L zápěstí (m/s)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	0,69	0,76	4,44	4,49	4,08	1,59
1. Zpomalený	0,62	0,95	4,45	3,95	2,99	1,20
Stoupavý	0,70	1,25	4,28	5,24	3,57	1,77
2. Zpomalený	0,50	0,67	3,82	4,22	3,42	0,79

Tabulka 16 Úhel spojnice boků k rovině xy (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	85,23	87,20	7,71	6,70	6,12	11,27
1. Zpomalený	85,47	85,53	5,19	5,19	10,49	21,50
Stoupavý	85,63	88,00	3,65	4,06	4,66	22,33
2. Zpomalený	84,60	85,47	8,05	10,09	11,05	14,14

Tabulka 17 Úhel spojnice boků k rovině xz (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	2,41	1,23	4,49	2,40	1,29	3,42
1. Zpomalený	1,38	1,78	5,77	3,40	3,23	5,30
Stoupavý	1,51	1,16	8,31	3,13	2,38	5,83
2. Zpomalený	2,76	0,83	5,55	1,42	2,79	5,00

Tabulka 18 Úhel L chodidlo k rovině xy (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	9,20	9,45	30,83	55,87	59,80	51,60
1. Zpomalený	16,00	10,04	32,67	43,17	49,77	46,67
Stoupavý	9,62	9,18	22,60	47,87	58,80	54,93
2. Zpomalený	12,77	7,99	24,33	43,27	45,53	46,30

Tabulka 19 Úhel P chodidlo k rovině xy (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	11,17	9,54	18,63	26,93	28,23	18,73
1. Zpomalený	2,55	10,31	20,30	23,43	33,30	10,65
Stoupavý	0,91	11,98	17,60	22,93	28,20	28,17
2. Zpomalený	1,96	6,57	21,17	25,07	33,67	5,78

Tabulka 20 Úhel spojnice boků a spojnice ramen (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	172,33	163,67	164,00	178,00	170,67	145,33
1. Zpomalený	173,00	164,33	160,33	167,33	158,00	138,67
Stoupavý	173,33	170,00	156,33	175,67	151,00	137,33
2. Zpomalený	174,33	160,33	155,00	164,67	153,33	128,33

Tabulka 21 Úhel holeně a stehna v L kolenu (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	136,33	168,33	140,00	149,67	140,33	160,00
1. Zpomalený	138,67	170,67	152,67	155,33	148,67	165,33
Stoupavý	139,00	170,33	142,00	151,67	145,33	162,33
2. Zpomalený	138,00	172,67	151,33	152,00	151,33	163,33

Tabulka 22 Úhel holeně a stehna v P kolenu (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	164,00	136,67	148,00	144,67	148,67	155,00
1. Zpomalený	164,00	131,33	149,33	149,33	158,33	133,33
Stoupavý	162,33	134,33	140,00	147,67	149,33	142,33
2. Zpomalený	165,00	142,00	149,67	157,33	157,33	135,00

Tabulka 23 Úhel předloktí a paže v L lokti (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	127,67	97,47	168,00	174,33	173,33	117,67
1. Zpomalený	125,00	97,77	173,00	177,67	155,00	109,83
Stoupavý	124,33	101,47	172,00	176,67	172,00	102,60
2. Zpomalený	127,67	102,57	172,33	166,67	161,33	143,33

Tabulka 24 Úhel předloktí a paže v P lokti (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	130,67	156,00	160,33	155,00	152,00	97,93
1. Zpomalený	116,33	164,67	160,67	154,67	156,33	126,00
Stoupavý	120,00	154,67	161,00	154,00	164,33	100,07
2. Zpomalený	118,67	166,33	158,67	143,67	138,67	145,33

Tabulka 25 Úhel bok a nadloktí v L rameni (°)

Nadhoz	Základní postavení	Začátek výkroku	Vrchol náprahu	Konec výkroku	Vypuštění míče	Dokončení pohybu
Padavý	16,40	40,37	90,40	67,43	44,30	17,66
1. Zpomalený	17,17	42,17	81,83	76,10	34,23	17,23
Stoupavý	14,60	50,03	93,60	75,67	34,83	20,70
2. Zpomalený	14,02	40,23	93,83	52,73	27,03	12,85