

MASARYKOVA UNIVERZITA
Fakulta sportovních studií
Katedra společenských věd ve sportu

3D kinematická analýza žonglérského triku kaskáda s pěti míčky

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Mgr. Dagmar Trávníková, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Jan Rozehnal

Brno, 2011

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a použil jen literaturu a prameny uvedené v seznamu literatury.

Souhlasím, aby práce byla uveřejněna na Masarykově univerzitě v knihovně Fakulty Sportovních Studií v Brně a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Brně 14. 12. 2011

.....

Jan Rozehnal

Děkuji vedoucí diplomové práce Mgr. Dagmar Trávníkové, Ph.D. za inspiraci, konzultace, cenné připomínky, podporu a trpělivost při tvorbě diplomové práce.

Zároveň děkuji žonglérům Vaškovi Pecovi, Josefu Kolajovi a Dominiku Grohmanovi a techniku Petru Hutovi bez kterých by tato práce nikdy nevznikla.

.....

Jan Rozehnal

Obsah:

Úvod.....	6
1 Teoretická východiska zkoumané problematiky.....	8
1.1 Žonglování.....	8
1.1.1 Historie žonglování.....	9
1.1.2 Současná žongléřská komunita	13
1.1.3 Formy a techniky žonglování.....	14
1.1.4 Vliv žonglování na člověka.....	21
1.1.5 Možnosti praktického využití žonglování.....	24
1.1.6 Technika žonglování s 5 míčky.....	26
1.1.7 „Dwell ratio“ (poměr držení).....	27
1.1.8 „Siteswapy“ – siteswaps.....	28
1.1.9 Proces učení „kaskády“ s pěti míčky.....	30
1.2 Kinematická analýza pohybu.....	33
1.2.1 Předpoklady pro kinematickou analýzu.....	33
1.2.2 Souřadnicový a kalibrační systém.....	34
1.2.3 Časové údaje.....	34
1.2.4 Umístění kamer při 2D a 3D analýze.....	35
1.2.5 Problémy související s analýzou obrazu.....	35
1.2.6 Zobrazení a vyhodnocení dat.....	37
1.2.7 Možnosti zobrazení výsledků.....	37
2 Cíle, úkoly a výzkumná otázka práce.....	39
2.1 Cíl práce.....	39
2.2 Varianta výzkumu.....	39
2.3 Úkoly práce.....	39
2.4 Výzkumná otázka.....	40
3 Metodika práce.....	41
3.1 Organizace práce a průběh testování.....	41
3.2 Charakteristika zkoumaného souboru.....	43

4 Výsledky a diskuze.....	45
4.1 Sledované parametry.....	45
4.2 Grafické srovnání (proband 1, 2, 3).....	46
4.3 Výsledky 3D kinematické analýzy.....	56
4.4 Diskuze k analyzovaným výsledkům.....	58
5 Shrnutí a závěry.....	61
5.1 Shrnutí.....	62
5.2 Závěry pro teorii a praxi.....	62
Seznam použité literatury.....	66
Resumé.....	70
Summary.....	70
Přílohy.....	71

Úvod

Když se řekne žonglování, mnoho lidí si vybaví tuto činnost tak, jak ji známe z historie. Činnost provozovanou šašky, baviči, kejklíři a potulnými umělci během cirkusových, kabaretních i jiných představení za účelem pobavení diváků a přihlížejících. Koncem 20. a začátkem 21. století se však žonglování dostává do zcela odlišné pozice. Sice zůstává i nadále součástí různých vystoupení, ale se stále rostoucím množstvím žonglérů a s větší dostupností informací se žonglování stává ze všeho nejvíc volnočasovou aktivitou pro tisíce lidí po celém světě. Jednou z hlavních předností je možnost každého jednotlivce přizpůsobit si žonglérský styl, druh i pomůcky svému vlastnímu zájmu. Pro každého tak znamená žonglování něco jiného. Pro jednoho to může být jistá forma meditace a uvolnění od každodenního stresu, pro jiného způsob seberealizace či navozování přátelství. Mnoho žonglérů vnímá žonglování také jako sport. Nemalá část žonglérů se rekrutuje právě z bývalých sportovců, kteří již nemohou svůj sport nadále provozovat, ať už ze zdravotních, či jiných důvodů. Hlavní důvody spatřuji jak v menší fyzické i materiální náročnosti a ve velké variabilitě pohybů tak zejména v možnosti užívat si i nadále radost z pohybu a pocit zadostiučinění při nově osvojené dovednosti. V poslední době, zejména v USA, sledujeme snahy o prosazování žonglování jako sportovní disciplíny. I když způsob prezentace žonglování v USA mně osobně není zcela blízký, vytvoření sportovních soutěží a zavedení pravidel přispívá k jeho popularizaci po celém světě.

Osobně jsem se s žonglováním setkal až při svém studiu na Masarykově univerzitě před necelými třemi lety. V dnešní době se mu věnuji nejen ve svém volném čase, ale i při práci s dětmi, pro které je žonglování, zejména ve spojení s jinými psychomotorickými aktivitami, velmi atraktivní. Během mé praxe na základní i střední škole jsem se také pokusil implementovat žonglování do klasických hodin tělesné výchovy. Dostalo se mi vesměs pozitivních reakcí a to jak od učitelů, tak i od žáků a studentů. Právě zapojení žonglování do hodin tělesné výchovy vidím jako jednu z možností využití této aktivity.

Kineziologická katedra na fakultě Sportovních studií disponuje systémem SIMI motion k vytvoření 3D kinematické analýzy pohybu. Problematikou biomechaniky žonglování se na světě zabývá pouze omezený počet autorů, a proto jsem uvítal možnost věnovat se ve své diplomové práci právě tomuto tématu. K analýze jsem vybral žongléřský trik *kaskáda* s pěti míčky. Míčky jsou, dle mého názoru, základní a nejjednodušší žongléřské náčiní a trik *kaskáda* s pěti míčky je někdy označován jako brána do světa sportovního žonglování. Tato práce vznikla právě proto, aby pomohla biomechanicky popsat techniku tohoto důležitého triku.

1. TEORETICKÁ VÝCHODISKA ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY

1.1 Žonglování

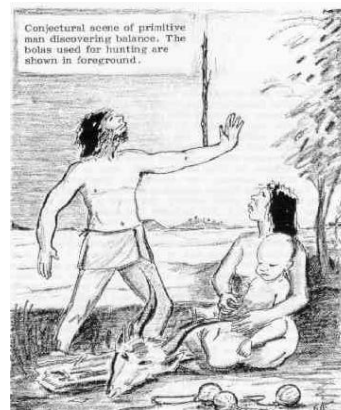
Původ slova žonglér, lze s největší pravděpodobností hledat v latinském slovu „joculator“ (člověk, který hází cokoli) a „jaculator“ (šášek). Z těchto slov se vyvinulo staré francouzské slovo „joglar“, z něho anglické „juggler“ a dnešní francouzské i německé „jongleur“ (Alvarez, 1984).

Slovník spisovné češtiny vysvětluje pojem žonglovat jako „velmi zručně vyhazovat a chytat různé předměty jako talíře, kužely a míčky. Zpravidla profesionálně.“ Anglický výkladový slovník Cambridge tento pojem definuje jako „opakované vyhazování a chytání několika předmětů do vzduchu tak, že jeden nebo více z těchto předmětů zůstává ve vzduchu, obvykle za účelem pobavení lidí.“ Žonglování je však daleko širší pojem a těmito definicemi ho nelze celý obsáhnout. Žonglování totiž není pouze prosté vyhazování a chytání předmětů, ale především obratná manipulace s nimi (Trávníková 2008).

I přes stále rostoucí počet žonglérů po celém světě, pro mnoho lidí zůstává žonglování i nadále jakousi nedostižnou aktivitou, ke které jsou potřeba nějaké zvláštní koordinační schopnosti či talent. Dle Irvinga a Martinse (2001) je naučení se základního a nejjednoduššího triku se třemi míčky kaskády podobně těžké jako naučení se zavazování tkaniček u bot. I když je toto tvrzení možná trošku nadnesené, pravdou zůstává, že takřka každý člověk je schopen se naučit minimálně tento trik.

1.1.1 Historie žonglování

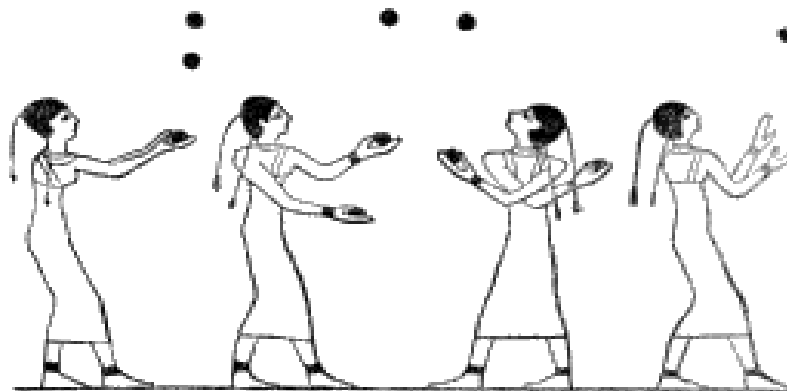
Historie žonglování s největší pravděpodobností sahá do doby, kdy člověk začal používat nástroje k lovu a obživě. Nejspíš již tehdy objevil, jak manipulovat s těmito předměty, aby ohromil ostatní (obr.1). Zpočátku se také jistá forma žonglování používala během různých náboženských rituálů.



Obr. 1: Primitivní muž objevuje schopnost balancování

(<http://www.juggling.org/books/alvarez/Pics/p9.jpg>).

První grafické znázornění žonglérů se objevuje na nástěnných malbách ve starověkém Egyptě, které byly nalezeny v patnácté hrobce neznámého prince v oblasti Beni-Hassan na východním břehu Nilu nedaleko dnešního města Mynia. Tyto malby z období kolem roku 1900 př. n. l. zobrazují ženy, jak nejspíše při tanci žonglují dva a tři míčky (obr.2).



Obr.2: Žonglující ženy, přibližně 1994-1781 př.n.l. (www.juggling.org/papers/evans)

Ve 4. a 5. století př.n.l. byli žongléři zpodobňováni na řeckých nádobách. V antickém Řecku bylo žonglování formou rekreace a praktikovali je hlavně ženy. Muzeum v Berlíně uchovává terakotovou sochu z období antických Théb (asi 200 let př.n.l.), která zobrazuje muže balancujícího míčky na různých částech těla (Trávníková, 2008).

Z území Itálie se zachovali záznamy o žonglérovi jménem Septimus Spika, který žongloval až sedm míčků a jistý Tagatus „Pilicrepus“ Ursus má na svém náhrobním kameni napsané, že je první, kdo žongloval se skleněnými míči. Ve starověkém Římě bylo zvykem dovážet pro potěšení římského lidu otroky a baviče z Orientu a bez pochyby mezi nimi byli i žongléři. Z tohoto období se také dochovaly zmínky o židovských žonglérech. Až do rozpadu Římské říše bylo žonglování uznávanou formou zábavy.

Kromě těchto záznamů ze starověkého Egypta, Řecka a Říma se objevuje po celém světě velké množství dalších písemných i grafických znázornění žonglování. Například čínská kniha Lie-Zi (475-221 př. n. l.) zmiňuje jistého muže jménem Lan Zi, který byl schopen žonglovat až se sedmi meči, traktát Suka zase podává zprávu o rabanu Šimonu ben Gamlielovi a jeho žonglování s osmi až devíti hořícími pochodněmi (Mayer, 2010) a příběh z období kolem roku 500 n. l. vypovídá o irském hrdinovi Cuchulainnovi žonglujícím devět jablek. Počty žonglovaných předmětů v těchto svědectvích jsou natolik ohromné, že jsou mnohými zpochybňovány. A není se čemu divit. Například oficiální rekord s ohnivými pochodněmi drží fenomenální žonglér dnešní doby Anthony Gatto, který je jich schopen udržet ve vzduchu sedm. Lewbel vzhledem k těmto záznamům poukazuje na skutečnost, že přihlížející laik jen těžko dokáže rozeznat více než pět žonglovaných objektů (Burkard, 2003).

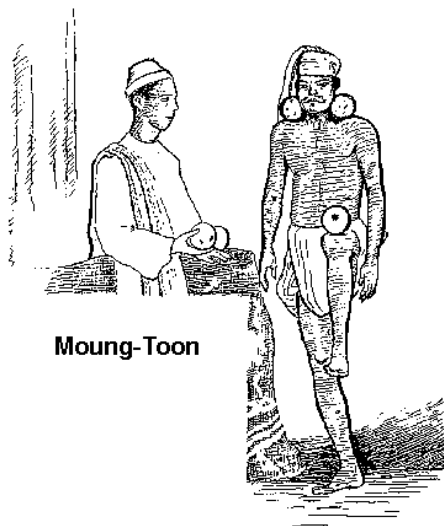


Obr. 3: Králík žonglující nože
v ilustrované Bibli z roku 1265
(<http://www.larsdatter.com/jugglers.htm>)

Jako většina umění i žonglování zažívalo ve středověku úpadek. Žonglování bylo spojeno s kočovnými komedianty, kteří byli často obviňováni z pochybných mravů a kvůli neuvěřitelným kouskům dokonce i z čarodějnictví.

Paradoxně se žonglování často objevuje na církevních malbách a jako ilustrace v církevních knihách (obr.3).

Přesto už za dob Viléma Dobývatele se začíná udělovat titul Král Žonglérů, který mohl získat hudebník, básník, žonglér i jiný bavič, který dokázal



Moung-Toon

nejvíce upoutat královský dvůr. Kromě jiných výhod mu byla postavena také socha. Tato tradice se udržela takřka po 4 století (Alvarez, 1984). V 17. století se do Evropy dostávají žongléři z Asie. Přinášejí zcela nové druhy žonglování, manipulace s míčky a devilstickem. Sbírají úspěchy po celé Evropě. Pozoruhodných úspěchů dosáhl například barmský žonglér MOUNG-TOON, který žongloval převážně pomocí nohou.

Obr. 4: MOUNG Toon

(<http://www.juggling.org/books/alvarez/part1.html>)

Za zmínku stojí i zápisky z cest kapitána Cooka po tichomořských ostrovech, ve kterých jsou popisované dívky z kmene Tonga žonglující až 10 míčků způsobem nazývaným *sprcha* (obr. 5), kdy jedna ruka míčky vyhazuje a druhá je chytá a podává. I když se oficiální světový rekord tímto způsobem zastavil na čísle 8, dokument natočený v 80. letech minulého století a četné fotografické materiály nastiňují, že by tato svědectví mohla být pravdivá (<http://www.youtube.com/watch?v=6XIy8SesD1s>).



Obr. 5: Pohlednice s žonglující dívkou z kmene Tonga http://coromandelhistory.co.nz/Pacific_Islands.php

Od roku 1768, kdy je založen v Londýně první moderní cirkus, se žonglování přesouvá do různých cirkusů a varieté. Tato představení byla velmi populární takřka po celém světě a žonglování tak prožívá zejména v 19. století zlaté časy. Objevuje se mnoho vynikajících žonglérů, kterým se dostává věhlasu a obdivu. Za zmínku jistě stojí silový žonglér Karl Rappo (1800-1854), kabaretní žonglér Paul Cinquevalli (1859-1918) nebo žonglér džentlmen Michael Kara (1867-1939).

Začátek 20. století s sebou přináší doposud asi největší osobnost žonglování. Italský žonglér Enrico Rasteli (1896-1931) je pravděpodobně nejlepší a zcela jistě nejlegendárnější žonglér všech dob (Ziethen 1996). Během svého krátkého působení dokázal po technické stránce překonat všechny své současníky. O jeho nesmírné popularitě svědčí fakt, že když po krátké nemoci umírá, stále ještě v mladém věku, jeho pohřbu se zúčastní tisíce lidí a na jeho hrobu je vztyčena socha v životní velikosti (Trávníková, 2008).

Začátek 20. století znamenal úpadek estrádních vystoupení, kvůli konkurenci koncertů, divadel, filmu, rádia a televize. Proto žongléři vyhledávají menší jeviště, nebo vystupují na ulici. V polovině 20. století se začíná žonglování prosazovat taky jako volnočasová aktivita. Začaly se zakládat různé sdružení a kluby, ve kterých se žonglovalo pouze pro zábavu. Žonglování jako forma zábavy a rekreace od té doby stále nabírá na popularitě. V sedmdesátých letech 20. století vznikla ve Francii nová cirkusově divadelní forma *Cirque nouveau* (Nový cirkus). Kombinuje různé umělecké formy a hlavním cílem těchto produkcí je pobavení publika na pozadí určitého tématu či myšlenky. Cirkusové dovednosti nového cirkusu zahrnují žonglování, akrobacii na visuté hrazdě či závěsném šálu, herectví a hudbu, která je komponována pro konkrétní představení a často produkována živě. Zvířata v představeních nového cirkusu nevystupují (Trávníková, 2008).

1.1.2 Současná žonglérská komunita

Roku 1947 byla v USA založena první oficiální žonglérská organizace. Začínala jako klub pro vystupující žongléry, ale brzy se začali přidávat i lidé, kteří provozovali žonglování pouze jako hobby. Postupně se žonglérská komunita začala rozšiřovat do celého světa a od osmdesátých let již můžeme hovořit o žonglérské kultuře se svými lokálními kluby a organizacemi, literaturou, časopisy, webovými stránkami, internetovými fóry a v neposlední řadě žongléřskými setkáními a festivaly. Tato kultura je však zpočátku téměř neznámá pro laickou veřejnost a až nebývalý rozvoj v poslední době, zejména s příchodem internetu, má za následek, že se žonglování dostává do podvědomí široké veřejnosti. Dnes je žonglování formou zájmového vzdělávání pro mládež, v některých zemích i součástí tělesné výchovy a proniklo dokonce i na akademickou půdu.

Největší a nejznámější žonglérské organizace a setkání:

- **The International Jugglers' Association (IJA)** je nejstarší a největší žonglérská organizace, která byla založena již v roce 1947 v USA. Sdružuje žongléry z celého světa, pořádá každoroční celosvětovou soutěž v žonglování a vydává časopis The Juggle.
- **The European Jugglers' Association (EJA)** evropská organizace založená roku 1987. Každoročně pořádá Evropské žongléřské setkání (European Juggling Convention – EJC), které se pokaždé koná v jiném městě evropského kontinentu. Jedná se o největší setkání svého druhu na světě a účastní se ho stovky až tisíce žonglérů z celého světa. V roce 2008 padl rekord, když EJC v německém Karlsruhe navštívilo přes 6500 žonglérů.
- **The World Juggling Federation (WJF)** byla založena v roce 2000. Snaží se prosazovat žonglování jako sport. Od roku 2004 pořádá také soutěže ve sportovním žonglování (WJF convention).
- **The Christian Juggling Association** (sdružuje křesťanské žongléry),
- **Jewish Jugglers** (sdružuje židovské žongléry),
- Ostatní, většinou národní organizace.

1.1.3 Formy a techniky žonglování

Žonglování můžeme chápat a prezentovat různými způsoby - žonglování jako forma relaxace, volnočasová aktivita, výkonnostní sportovně-pohybová aktivita, forma divadelní prezentace, terapeutický prostředek, způsob cvičení a meditace, dětská hra atd. Dále rozlišujeme žonglování sólové, partnerské či skupinové (Trávníková, 2008).

Obecně se definuje žonglování především jako obratná manipulace s předměty, a to zejména proto, že mezi žonglování patří široké spektrum forem, technik i druhů pomůcek.

Klasické žonglování (Toss juggling)

Jedná se o chytání a opětovné vyhazování předmětů do vzduchu tak, aby alespoň jeden objekt byl stále ve vzduchu. Většina lidí si pod pojmem žonglování představí právě tento způsob. Přestože vychází klasické žonglování ze stejných základů, lze jej pojmout velmi odlišně. Například jsou žongléři, kteří si celý svůj život vystačí pouze se třemi míčky, ale triky dovedou do takové dokonalosti, že můžou pro laika vypadat zcela neuskutečnitelně. Oproti tomu někteří žongléři mají snahu dostat do vzduchu co největší množství objektů, i když relativně jednoduchým (základním) způsobem. Toto je hlavní důvod, proč je velmi těžké porovnávat žongléry mezi sebou, protože většinou to závisí pouze na subjektivním názoru a preferencích každého člověka.

Mezi pomůcky vhodné pro klasické žonglování je možno zařadit jakékoliv předměty, se kterými je možno vytvořit základní trik kaskádu, tedy střídavé vyhazování a chytání alespoň tří objektů. Mezi nejčastější pomůcky patří:

Míčky

Nejčastější a základní pomůcka pro klasické žonglování. Většinou první pomůcka, se kterou se začínající žonglér seznámí. Jsou jednoduše dostupné, lze

jej i jednoduše vyrobit, anebo se dají nahradit prakticky kterýmkoli předmětem podobné velikosti a hmotnosti (tenisový míček, citrón).

Je mnoho druhů míčků vyrobených speciálně na žonglování. Mohou se lišit hmotností, tvrdostí, tvarem i použitým materiálem. Nejčastější jsou:

- **Beanbagy** (*česky fazolové pytlíky*) – měkké míčky, vnější měkký plášť (sešíváné kousky látky, kůže aj.) je vyplněn sypkým materiálem většinou organického původu (proso, fazole, rýže, písek aj.). Při dopadu se mírně deformují, a proto se neodráží od ruky ani od země. Velmi oblíbené u sportovních žonglérů. Neomyvatelné.
- **Stagebaly** (*jevištní míčky*) – duté hladké míčky, vyrobené z plastu nebo tvrdé gumy. Mohou dosahovat větších rozměrů, aniž by se zvyšovala jejich hmotnost. Jsou tedy velmi vhodné na vystupování, protože jsou dobře vidět. Díky jejich tvrdosti jsou však nepříjemné při chytání vysokých hodů, odrážejí se od ruky a mohou se odkutálet pryč.
- **Plněné gumové či pogumované míčky** - plněné prosem, tekutinou či umělou hmotou. Snaha spojit výhody dvou předchozích typů. Omyvatelné, drží tvar, ale jsou měkčí než stagebaly a tolik se neodráží.
- **Silikonové míčky** – používají se převážně pro *bouncing* (viz níže).
- **Svítící míčky** – vyrábí se buďto fosforové (nutno nasvítit) nebo elektrické.
- **Kevlarové (ohnivé) míčky** – pro velmi efektní ohnivé žonglování. Při manipulaci je nutné mít kevlarové rukavice.



Obr. 5: Kožené žonglérské míčky z 15. století (<http://www.larsdatter.com/jugglers.htm>).

Šátky

Šátky (obr. 6) jsou vhodné zejména pro děti a začínající žongléry. Létají pomalu, proto je manipulace s nimi jednodušší. Kvůli větru je jejich využitelnost ve vnějších podmínkách omezená (Trávníková, 2008).



Obr. 6: Žonglérské šátky

Kruhy

Žonglérské kruhy (obr. 7) jsou velmi populární pomůcka, zejména mezi pokročilými žongléry. Manipulace s nimi může být někdy díky jejich ostrým



Obr. 7: Žonglérské kruhy

hranám bolestivá. Další nevýhodou je jejich lehká ovlivnitelnost větrem a tudíž omezené použití ve vnějším prostředí. Kruhy jsou velmi oblíbené žongléry, kteří se snaží žonglovat s co největším počtem objektů a to zejména díky svému aerodynamickému tvaru (vyšší hody) a tenkému profilu (pomůcky se tak nesráží).

Kužely

Kužely (obr. 8) kladou na žongléra větší nároky než míčky nebo kruhy. Nejde jen o to, vyhodit pomůcku přesně a správně vysoko, ale důležité je i udělit kuželce správnou rotaci tak, aby se vrátila rukojetí zpátky do ruky. Žonglování s nimi je však velmi efektní a díky jejich tvaru i velmi



Obr. 8: Kužely

variabilní. Vyhazování kuželů se dá kombinovat se swingováním (točením kuželek pomocí zápěstí), rolováním po těle, či balancováním. Na stejném principu funguje také žonglování s pochodněmi či ohnivými kužely, se světelnými kužely, s hůlkami, žongléřskými noži, nebo dokonce se sekerami, či s motorovými pilami.

Méně tradiční pomůcky: velké míče, hole, železné koule aj.

Bouncing (bounce - odrážet)



Obr. 8: Bouncing (<http://www.jugglers-uk.co.uk/Images/Five-Ball-Bounce-Web.jpg>).

Žonglérská technika založená na odrážení míčků od země, či od jiných rovných ploch. Základem je, stejně jak u klasického žonglování, kaskáda pouze s tím rozdílem, že obráceně tzn. její vrchol je na zemi. Pro tento způsob žonglování je velmi důležitá schopnost míčků odrazit se od země, což klade vysoké nároky jak na míčky, tak na podložku. Používají se většinou silikonové a gumové míčky, či jejich kombinace. Schopnost odrazit se dosahuje až 98% (tzn. při volném pádu z jednoho metru, vyskočí míček

98cm vysoko). Povrch při bouncingu musí být rovný a tvrdý. Nejvhodnější je mramor. Pro

trénování také není vhodný velký prostor, protože míčky při srážce mají tendenci odskákat do velkých vzdáleností.

Kontaktní žonglování

Je forma manipulace s předměty (míčky, kužely aj.), při které jsou tyto předměty stále v kontaktu s tělem žongléra (obr. 9). Rozděluje se do 3 základních technik:

- *Rolování po těle* - žonglér roluje pomůcky kolem rukou, paží i celého těla. Důraz je kladen na udržování rovnováhy a kontroly nad pomůckou po celou dobu pohybu.



Obr. 9: Kontaktní žonglér (www.ministryofmanipulation.com/blog/interview-video-okotanpe-mr-fuse/).

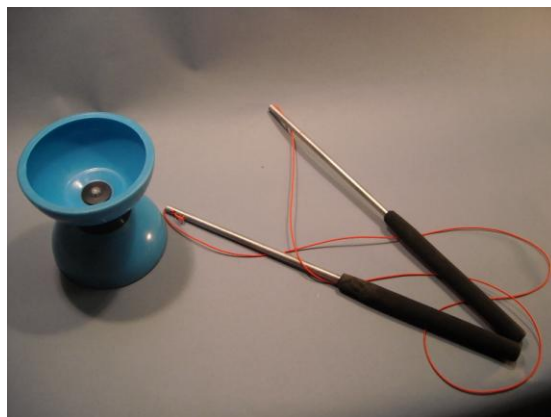
- *Točení v dlani* – manipulace dvou a více míčků v otevřené dlani, tak, aby minimálně jeden byl v pohybu.

- *Izolace* - míček je iluzorně zafixován do prostoru a žonglér se pohybuje jakoby okolo něj.

Ke kontaktnímu žonglování se nejčastěji využívá velmi efektních akrylových míčků.

Žonglování s diabolem

Diabolo (obr. 10) je žonglérská pomůcka pocházející ze starověké Číny. Je složena ze dvou gumových, plastových či dřevěných polokoulí spojených nejčastěji kovovým středem. Ovládané je pomocí vodících hůlek spojených provázkem. Čím více je diabolo roztočené, tím lépe udržuje na



Obr. 10: Diabolo a ovládací hůlky

provázku rovnováhu. Tato forma žonglování zažívá obrovský rozmach a je velmi populární zejména u mladých lidí. Naučit se roztáčet diabolo není příliš těžké, a proto se jedná o vhodnou aktivitu i pro děti.

Žonglování s flowerstickem či devilstickem

Jedná se o pomůcku skládající se ze dvou ovládacích hůlek a vlastního flowersticku či devilsticku. Flowerstick je hůlka, která má na koncích třásně a ty způsobují její zpomalení a tím i lepší ovladatelnost. Oproti tomu Devilstick je hůlka, která se pouze od prostředku směrem ke koncům mírně rozšiřuje. Protože ji nic nezpomaluje, je daleko rychlejší a manipulace s ní obtížnější. Devilstick se často používá i při ohňovém žonglování.



Obr. 11: Devilstick, flowerstick, ovládací hůlky

Točení s Poi

Poi (obr. 12) pochází od Maorů, domorodých obyvatel Nového Zélandu. Původně šlo o míček připevněný ke šňůrce, pomocí které se rotovalo s míčkem okolo těla. Maori používali pois jako formu zábavy a tance, ale také pro jejich pozitivní účinky. Ženy na zvětšení ohebnosti zápěstí a rukou a muži na zpevnění ramen a zlepšení koordinace pohybů

(<http://www.poipoi.info/About-Poi/History-of-Poi.htm>).

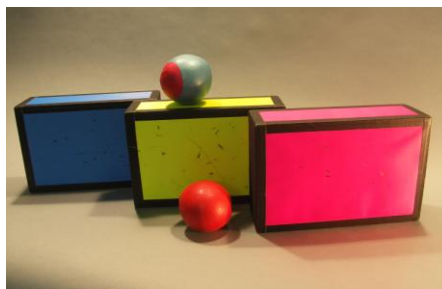


Obr. 12: Maorská žena s Poi
(<http://poisports.com/OverPoi.aspx>).

V dnešní době existují pois v mnoha variantách, např. jako řetězy, stuhy, ponožkové poi, prapory, ohnivé poi aj. Obdobný princip točení se využívá i při swingování s kužely.

Cigar boxy

Jsou odlehčené nejčastěji dřevěné krabice obdélníkového tvaru. K naprosté většině triků se používají tři krabice, které žonglér drží v jedné přímce. Z ní pak krabice různě vyhazuje a přemísťuje.



Obr. 13: Cigar boxy

Točení s talíři na hůlce

Používají se převážně speciální plastové talíře, které se roztáčí pomocí hůlky. Po roztočení se lze talíř přehazovat z hůlky na prst, rotovat s talířem okolo těla či balancovat hůlku i s talířem na prstech, na bradě apod. Nevýhodou je omezená manipulace při silnějším větru.

Balancování předmětů

Balancování je velmi rozšířený způsob žonglování. Nejčastější je balancování na prstu, na bradě, nebo na nose, ale používá se i balancování na noze, na loketním kloubu, nebo na čele. Nejjednodušší je balancování s dlouhými předměty s vysoko položeným těžištěm. Nejčastěji se používají dlouhé hůlky a kužely. Balancovat však lze takřka cokoli, od míčků a míčů až po věci běžné potřeby židle, koště atd.

Passing – skupinové žonglování

Passing (obr. 14) je forma žonglování dvou a více osob. Pro svoji diváckou atraktivitu i socializační funkci je mezi žongléry velmi populární. Základním pilířem, kromě technických dovedností, je zejména týmová spolupráce, smysl pro rytmus a schopnost přizpůsobit se partnerovi. Passing (česky také „pásování“) lze provádět takřka s jakoukoliv žongléřskou pomůckou, ale nejpopulárnější je pásování s kužely, kruhy, míčky a diablem. Zejména kužely jsou pro svůj tvar, způsob házení a velkou diváckou atraktivitu velmi oblíbené.



Obr. 14: Passing
(en.wikipedia.org/wiki/Passing_juggling).

Základním vzorcem pro passing je střídání výhozů partnerovi (*pass*) a výhozů sobě (*self*). Obvykle se začíná vzorcem *Four-count*, při němž se počítá „pass-self-self-self-pass“ (Trávníková, 2008). Při tomto způsobu jsou zapojeni dva žongléři a šest kuželů. Další ze způsobů pásování jsou tzv. *take-outs* (přebírání), kdy jeden žonglér žongluje a druhý mu vyměňuje, odebírá či doplňuje pomůcky.

Ostatní způsoby žonglování

Do žonglování můžeme dále zařadit manipulaci s jojem, Astrojax, žonglování s kloboukem, s frisbee (létající talíř), jízdu na jednokolce a jiné.

1.1.4 Vliv žonglování na člověka

Žonglování má mnoho pozitivních vlivů na člověka, z nichž některé jsou specifické pro tuto dovednost a jiné přidružené, vyplývající z povahy pohybové aktivity (Trávníková, 2008). Tyto vlivy lze rozdělit podle způsobu do tří oblastí na fyzickou, psychickou a sociální.

Fyzická oblast

To, že pohybová aktivita je důležitou součástí života člověka, je již dnes zřejmým faktem, a i když to na první pohled nemusí být zřejmé, žonglování je fyzicky relativně náročná aktivita. Tato pohybová aktivita často osloví lidi, kteří neprovozují žádný klasický sport.

Jedná se především o skvělé aerobní cvičení, které většinou trvá více jak hodinu a má proto pozitivní dopad na kardiovaskulární systém. Podporuje správné držení těla a celkově posiluje svalový systém člověka. Některé triky vyžadují od žongléra velké nároky na pohybový rozsah a celkovou flexibilitu. Automaticky proto většina žonglérů zařazuje do tréninků i protahovací cviky zaměřené na rozvoj pohyblivosti.

Žonglování zlepšuje balanční a rovnovážné schopnosti, orientaci v prostoru, schopnost rychlé reakce a nervosvalovou koordinaci. Díky vysokým nárokům na chytání a vnímání více předmětů najednou je žonglování nepřekonatelné v rozvoji koordinace oko-ruka. Kromě žonglování s diablem a některých triků klasického žonglování podporuje ambidextritu (obourukost). Pro

žongléra je nutné se nejprve naučit pohyb i nepreferovanou rukou, než postoupí na vyšší úroveň.

Poslední výzkumy poukazují i na to, že žonglování má přímý vliv na velikost šedé kůry mozkové. Po pravidelném žonglování rostou oblasti šedé kůry mozkové v místech spojených s vizuální funkcí (Nordqvist, 2004)

Kromě těchto pozitivních vlivů může docházet při některých způsobech žonglování (především při klasickém „házecím“ žonglování a při žonglování s diablem) k preferování jedné končetiny a následnému vytvoření svalových dysbalancí v pohybové soustavě. Dochází k tomu zejména u žonglérů, kteří se zaměřují výhradně na jeden způsob žonglování a často to může být i příčinou stagnace v rozvoji.

Koordinace oko-ruka je schopnost vykonávat činnosti, které zahrnují spolupráci rukou a očí. (Rundler, Fox, 2007). Každý druh součinnosti očí a rukou má svůj vlastní režim pohybu očí, který se však mění v závislosti na procesu učení. V úvodní fázi pohyb očí kopíruje celý pohyb terče (v našem případě míčku), ve fázi zdokonalení již částečně pohyb terče předpovídá a provádí pouze pro kontrolu několik izolovaných pohledů a při závěrečné fázi je již pro zrak dostačující zaměřit terč v prostoru a ruka vykoná správný pohyb (Land, Tatler 2009).

Psychická oblast

Žonglování pozitivně ovlivňuje stav kognitivních schopností. Učení náročnějších triků přímo vyžaduje zapojení kognitivních schopností, zejména rozkládání těchto triků na menší a lehčí části a jejich následné spojování v celek. Samotný proces učení pomáhá člověku rozvinout schopnost soustředit se a překonávat překážky, která může být později aplikovaná i na jiné výzvy a povinnosti v životě. Může tak pomoci ve zvládání problémových žáků či žáků s poruchou pozornosti (Finningan, 2003).

Mnoho lidí, zejména studentů, nebo IT programátorů potvrzuje, že i krátká žonglérská přestávka během studijních či pracovních povinností zlepší jejich schopnost soustředit se na daný úkol a zapamatovat si fakta. Žonglování se tak

stává jejich způsobem obnovení psychických sil. Často dochází k uklidnění mysli a následné relaxaci. Rytmické pohyby rukou a celého těla při žonglování i pohyby očí při sledování míčků mohou někdy působit až hypnoticky. Všechny tyto faktory tak napomáhají ke zvládání každodenního stresu.

Průzkumy poukazují na přímou spojitost mezi koordinací oko-ruka a schopností číst, psát a uvažovat. Žonglování jako jeden z nejučinnějších způsobů zlepšení této koordinace může mít přímý pozitivní vliv na základní školní činnosti (Finningan, 2003).

Je to velmi matematicky založená disciplína. Žonglér musí dobře rozumět způsobu házení pomůcek, jinak se mu budou ve vzduchu srážet nebo dopadat do ruky ve stejný okamžik. Žonglování se věnuje velké množství lidí, vzdělaných v matematicky založených oborech (IT programátoři, učitelé matematiky na základních i vysokých školách), toto spojení žonglování a matematiky vedlo ke vzniku mnoha matematických teorií o žonglování, programy na simulaci žongléřských triků jednotlivců i skupin (Burkard, 2003).

Žonglování je také jedna z aktivit, která podporuje rozvoj vztahů mezi mozkovými hemisférami. Pro myšlenkový proces levé hemisféry je charakteristický řád, sekvenčnost a logičnost. Naproti tomu pravá hemisféra ovládá prostorové vnímání, umělecké cítění a kreativní myšlení. Uvědomění si významu činnosti obou hemisfér je velmi důležité pro každého člověka (Trávníková, 2008).

Sociální oblast

Žonglování je velmi společenská aktivita. Dá se samozřejmě provozovat i o samotě, ale setkávání s ostatními žongléry, skupinové žonglování a učení se navzájem od sebe je její velmi důležitou součástí. V žonglování nejsou výkonnostní třídy, společně se scházejí mladí a staří, chlapi a děvčata, děti s rodiči i začátečníci s pokročilými. Často se člověk neučí jen od učitele nebo instruktora, ale také navzájem jeden od druhého a společně (Zimmerová, 2001).

Pro mnoho lidí, zabývajících se žonglováním je právě sociální kontakt tou hlavní motivací k této činnosti. Žonglování se může stát skvělým socializačním nástrojem i pro ty, kteří mají problémy s oslovením, získáváním nových přátel či s komunikací obecně.

Při žonglování ve dvou i více lidech je výsledek závislý na každém jednotlivci a sebemenší chyba v provedení u jednoho, může při pokusu o její nápravu vyvolat další chyby u druhého. Téměř nikdy tak není možné přesně stanovit, kdo provedl prvotní chybu. Žonglování proto učí správné komunikaci, porozumění, toleranci k chybám druhých lidí a zejména schopnosti pracovat ve skupině.

Téměř každé dítě či dospělý, který se naučí žonglovat, pocítuje touhu prezentovat již naučené dovednosti před publikem, rodinou, přáteli nebo před ostatními žonglery. Kladná zpětná vazba dodává nejen další motivaci k tréninku, ale hlavně zvyšuje sebevědomí a sebehodnocení každého člověka. Při vystoupení je důležitá i komunikace s diváky, žonglér postupně ztrácí ostych a zlepší si mluvený projev před větší skupinou lidí.

Psychomotorické aktivity, do nichž zařazujeme i žonglování, mohou pomáhat při zvládání běžných i obtížných životních situací, zlepšovat komunikaci mezi jedinci a upravovat vztahy mezi nimi (Blahutková, 2007).

1.1.5 Možnosti praktického využití žonglování

Ač se to na první pohled nemusí zdát, žonglování má velmi široké spektrum využití ať už ve vzdělávacím procesu, při práci s oslabenými jedinci nebo při sportovním tréninku.

Žonglování a jemu přidružených disciplín se v některých, především západních zemích běžně využívá v hodinách tělesné výchovy. V zemích jako je například Německo, Nový Zéland, či Japonsko je dokonce žonglování přímo součástí osnov tělesné výchovy. V některých, převážně zahraničních školách, jsou

nastoleny přímo krátké „žonglérské přestávky“ kvůli jejich pozitivnímu dopadu na soustředěnost a praceschopnost žáků (Finningan, 2003).

Další příklady využití žonglování ve škole: (Zimmerová, 2001):

- hodina tělesné výchovy
- přestávky mezi vyučovacími hodinami
- pracovní skupiny
- projektové dny a týdny
- třídní výlety, pobyty v přírodě
- pohybové přestávky během vyučovací hodiny
- aktivity pro volný čas ve škole
- sportovní odpoledne nebo dětské dny.

Aplikace žonglování a jiných psychomotorických aktivit je vhodná i u jedinců s poruchami pozornosti s hyperaktivitou (ADHD) a lze je použít pro zmírnění některých příznaků těchto poruch. Pomocí těchto aktivit rozvíjíme motorické dovednosti, nervosvalovou koordinaci a rovnovážné i rytmické schopnosti, které jsou u adolescentů s ADHD, poruchami chování a učení na nižší úrovni oproti běžné populaci (Trávníková, 2008).

Žonglování lze považovat za jednu z velmi prospěšných psychomotorických aktivit mající pozitivní vliv na rozvoj jemné motoriky a reakční rychlosti u žáků se symptomy specifických poruch učení např: dyslexie, dysgrafie, dyskalkulie aj. (Skopalová, 2010).

Nejnovější výzkumy poukazují i na fakt, že pravidelné lekce žonglování, vykazují pozitivní změny bílé hmoty mozkové. Tento

fakt by mohl mít v budoucnosti význam na zmenšování příznaků neurologických onemocnění jako je roztroušená skleróza či Alzheimerova choroba (Scholz, 2009).



Obr. 15: Nico Rosberg žongluje na jedné kolece (<http://www.jamesallenonf1.com/2011/03/f1-drivers-go-to-extremes-to-make-their-point/picture-79/>).

Žonglování a psychomotorické aktivity lze využít i pro zvyšování kvality života starších lidí či lidí s různými úzkostnými poruchami.

Žonglování se též pomalu dostává do tréninkového plánu vrcholových sportovců. Zatím je docela rozšířené mezi jezdci F1, americké série Nascar či rally (obr. 15). U pilotů závodních aut se využívá žonglování jako perfektní trénink pro propojení balančních schopností, koordinace oko-ruka a reakční rychlosti. U ostatních sportů se žonglování zatím tolik neuplatňuje, ale má jistě potenciál být skvělým cvičením či doplňkovým sportem.

1.1.6 Technika žonglování s 5 míčky

Naučit se žonglovat s pěti míčky jakýmkoliv způsobem vyžaduje nutnou dávku trpělivosti, odhodlání a píle. Nejdůležitějším a nejjednodušším trikem je „*kaskáda*“ a vycházejí z ní všechny ostatní triky. Přestože je pohybové nadání při učení kaskády přínosem, právě trpělivost, odhodlání a píle je pro úspěch esenciální. Trénink totiž zpravidla probíhá delší dobu a výsledek se dostavuje pomalu. I když spousta žonglérů dokáže udržet ve vzduchu 5 míčků, rozdíly v technice jsou markantní, ale pouze správně prováděná technika, umožňuje postup na další triky s pěti i více míčky.

Kaskáda – cascade – je základním žongléřským vzorcem se třemi resp. s pěti míčky; míčky jsou střídavě křížem vyhazovány z pravé a z levé ruky; vždy je jeden míček ve vzduchu a dva v rukou resp. tři ve vzduchu a dva v rukou s pěti míčky; kaskádu můžeme aplikovat pouze na lichý počet pomůcek (Trávníková, 2008).

Správně prováděná *kaskáda* s pěti míčky by měla vypadat takto (Moll, 1991):

- míčky jsou střídavě házeny z pravé do levé ruky a z levé do pravé
- pouze malý pohyb v ramenou a horní části paží
- lokty zůstávají blízko u těla
- pohyb předloktí má tvar protáhlé elipsy, která se mírně naklání směrem dovnitř od vertikály

- v okamžiku hodu je zápěstí v jedné rovině s předloktím, nevytáčí se do stran, dlaň míří vzhůru
- výška hodů se u jednotlivých žonglérů liší v závislosti na jejich preferencích, nižší hody kladou menší nároky na přesnost, zato vyšší dávají více prostoru k opravám
- šířka kaskády by měla být mírně širší než je šířka ramen, tak aby míčky byly lehce dosažitelné bez potřeby příliš odtahovat lokty od těla
- chodidla jsou od sebe vzdálena o něco víc, než je šíře ramen, kolena mírně pokrčena
- oči sledují vrcholy oblouků, není potřeba mít dlaně v zorném poli

1.1.7 „Dwell ratio“ (poměr držení)

„Dwell ratio“ (poměr držení) je definován jako poměr času, kdy má ruka v držení míček v jednom cyklu mezi dvěma výhozy tohoto míčku. Číslo se pohybuje mezi nulou a jedničkou. Čím vyšší je „dwell ratio“, tím je menší pravděpodobnost, že se míčky srazí. Děje se tak díky tomu, že se zvyšujícím se „dwell ratiem“ se snižuje počet míčků ve vzduchu a tím i rozestupy mezi míčky (Haibach a kol. 2004).

Začátečníci mají sklony k většímu „Dwell ratiu“ (drží míčky v rukou po delší dobu) pro zvýšenou přesnost hodů zatímco pokročilí žongléři mohou používat menší „dwell ratio“. Při použití menšího „dwell ratia“ má žonglér více času na nápravu případných chybných hodů, protože míčky stráví více času ve vzduchu během jednoho cyklu mezi dvěma výhozy a tak umožňuje žonglérovi být flexibilnější.

Žonglování se třemi míčky umožňuje žonglérovi „dwell ratio“ obměňovat, nelze jej však již téměř vůbec měnit se sedmi míčky. Při kaskádě s pěti míčky může „dwell ratio“ také kolísat, ale pouze v rozmezí od 0.66 do 0.76, zatímco u kaskády se třemi míčky je to od 0.54 do 0.86 (Haibach a kol. 2004).

1.1.8 „Siteswapy“ – siteswaps

Rozšíření žonglování mezi obyčejné lidi v 20. století a jeho následný rozvoj, kladl stále větší nároky na co nejpřesnější a nejlehčí popsání žongléřských triků. Kolem roku 1985 byl vynalezen systém zápisu nazývaný „siteswaps“; také někdy nazývaný „*Cambridge notation*“ nebo „*Quantum Juggling*“. Vynalezli ho nezávisle na sobě Pavel Klimek z Californské University v Santa Cruz, Bruce Tiemann z Californského Technologického Institutu a Michael Day z Cambridgské University ve Velké Británii (Beek, Lewbel, 1995).

„**Siteswap**“ matematický způsob zaznamenávání žongléřských triků (Wikipedia).

„**Siteswap**“ kompaktní zápis, který reprezentuje pořadí, ve kterém jsou žongléřské pomůcky v každém cyklu vyhozeny a chyceny, a to za předpokladu rovnoměrného rozložení výhozů v čase (Beek, Lewbel, 1995).

Siteswapy můžeme rozdělit do několika druhů podle způsobu žonglování, které se snaží popsat:

- **základní** (nazývané též jako „vanilla siteswaps“) – popisují klasické triky pro jednoho žongléra s dvěma rukama, které se pravidelně střídají ve výhozech
- **synchronní** – pro synchronní triky jednoho žongléra, kdy obě ruce házejí v jeden okamžik
- **multiplexové** – pro triky, kdy je v jeden okamžik vyhozeno více míčků z jedné ruky, tzv. *multiplex*
- **siteswapy pro více rukou** – pro triky, kdy spolupracuje více žonglérů, anebo je používána i jiná část těla, například chodidla
- **siteswapy pro jednu ruku („diabolo siteswaps“)** - vycházejí z předpokladu používání pouze jedné ruky, ale v praxi se používají nejčastěji pro popsání triků s diablem
- **ostatní**

Pro zápis základních siteswapů jsou nutné 3 podmínky (Burkard, 2003):

1. Pomůcky (míček) jsou vyhazovány **střídavě** z pravé a levé ruky; výhozy jsou pravidelné.
2. Trikové sekvence se **periodicky** opakují; předpokládáme, že žonglér nikdy nepřestane žonglovat.
3. **Maximálně jeden míček** je vyhozen nebo chycen ve stejný okamžik.

Siteswapy se zapisují pomocí čísel, ale pro lepší orientaci jsou někdy dvoumístná čísla nahrazována písmeny. Každé číslo představuje počet výhozů, které je možno provést během doby, než je míček znovu vyhozen. Číslo nám říká do jaké výšky je míček vyhozen a do jaké ruky dopadne. Velmi zjednodušeně můžeme říct, že praxi jednotlivá čísla znamenají:

„0“ – prázdná ruka

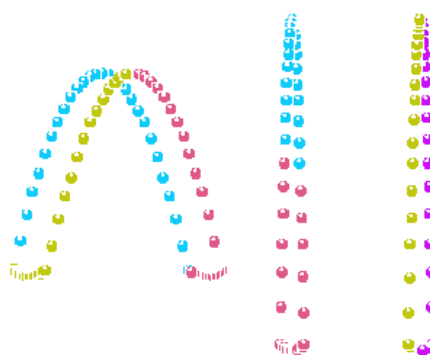
„1“ – přehození, či předání z jedné ruky do druhé, kdy následuje výhoz stejného míčku z druhé ruky

„2“ – držení míčku po dobu dvou výhozů

„3“ – výhoz míčku z jedné ruky do druhé; následují ještě další dva výhozy, než je míček znovu vyhozen, tentokrát z druhé ruky; výška a směr jako při kaskádě se třemi míčky (obr. 16).

„4“ – míček je vyhozen a znovu chycen do stejné ruky; následují další 3 výhozy, než je míček znovu vyhozen ze stejné ruky; výška a směr jako při *fontáně* se čtyřmi míčky (obr. 16).

„5“ – výhoz míčku z jedné ruky do druhé, kdy následují ještě další 4 výhozy, než je míček znovu vyhozen, tentokrát z druhé ruky; výška a směr jako při *kaskádě* s pěti míčky.

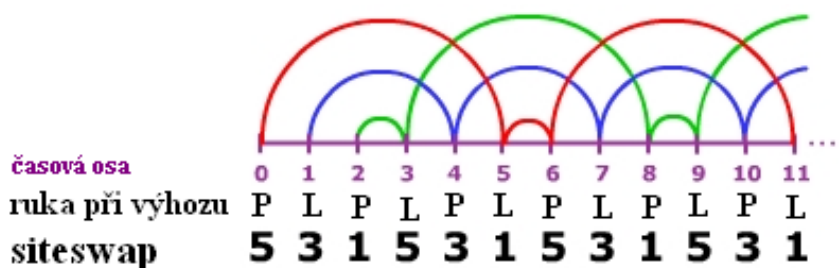


Obr. 16: Triky kaskáda se 3 míčky a fontána se čtyřmi míčky (<http://www.its.caltech.edu/~juggling/science.html>).

Příklady:

Klasická *kaskáda* se třemi míčky se zapisuje pouze číslem 3, *fontána* se čtyřmi míčky pouze číslem 4 a *kaskáda* s pěti míčky číslem 5.

Při triku „531“ všechny tři míčky směřují do opačné ruky; první vyhozený míček s číslem 5 dopadá jako poslední, druhý s číslem 3 jako druhý, a poslední vyhozený míček se pouze přemístí do druhé ruky a je znova vyhozen (obr.17).



Obr. 17: Siteswap triku 531 (<http://www.ouyeah.net/info/numerology-of-juggling/>).

1.1.9 Proces učení kaskády s pěti míčky

Pro učení se žonglovat s pěti míčky je nutná značná trpělivost a pílě, a to i při učení se základního a nejjednoduššího triku kaskády. Na rozdíl od kaskády se třemi míčky či fontány se čtyřmi, které talentovaný jedinec může zvládnout během pár hodin, je kaskáda s pěti míčky dlouhodobá záležitost na několik týdnů ba i měsíců. A i když po tomto tréninku už dokáže udržet pět míčků ve vzduchu, pořád musí dlouhodobě a cíleně pracovat na zlepšení techniky (Benge, 2006).

Co je potřeba umět před začátkem učení:

- *Kaskáda se třemi míčky* – měla by být ustálená a stabilní; je vhodné se ji naučit i s vyššími hody, zhruba do předpokládané úrovně kaskády s pěti míčky.
- *Asynchronní fontána se čtyřmi míčky* – důraz na pravidelné střídání hodů z pravé a levé ruky.
- *Umět chytat a vyhazovat tři míčky z jedné ruky* – důležité pro nácvik.

Vlastní proces učení:

- **„Flash“ se třemi míčky (siteswap 55500)** – vyhození tří míčků do vzduchu tak, abychom měli obě ruce prázdné; vzniklou mezeru je vhodné doplnit tlesknutím, či ještě lépe nuly nahradit lusknutím prsty; důležité je se naučit „flash“ začínat z obou rukou; výhoz i dopad míčků do rukou by měl být pravidelný.
- **„Flash“ se čtyřmi míčky (siteswap 55550)** – platí totéž co se třemi míčky, pouze prázdná je jen jedna ruka a to ta, kterou začínáme vyhazovat; po zvládnutí, následuje „flash“ z fontány opět na obě ruce.
- **„Flash“ s pěti míčky (siteswap 55555)** – je důležité dávat si pozor na chytání do správné ruky, tzn. míčky vyhozené z pravé ruky chytat do levé a naopak; po zvládnutí vyhození a pochytní všech pěti míčků následuje stejná činnost se začátkem z druhé ruky a teprve potom můžeme pokračovat v nácviku přidáním dalšího výhozu; následně se celý proces opakuje, kdy musíme zvládnout šest výhozů se začátkem z obou rukou. Poté přidáme další výhoz a takto pokračujeme až do deseti úspěšných výhozů a chycení, kdy se můžeme začít pokoušet o udržení kontinuální kaskády.

Proces zlepšení techniky (triky, které nejsou nutné pro naučení kaskády, ale mají pozitivní dopad na individuální techniku):

- **„50550“** – trik se čtyřmi míčky, kdy po výhozu dvou míčků z pravé ruky následují dva míčky z levé, lehčí varianta než „had“.
- **tři míčky v jedné ruce (siteswap 606060)** – může mít velmi pozitivní dopad, zejména pro procvičování nedominantní ruky.
- **„had“ (siteswap 50505)** – těžký trik se třemi míčky, kdy jsou všechny tři míčky vyhazovány z jedné ruky a následují se.
- **„534“** – nejjednodušší způsob kontinuálního žonglování se čtyřmi míčky do kříže.

- *vysoká kaskáda s pěti míčky*
- *vysoký „Flash“ s pěti míčky (siteswap 7777700)* – náročný nácvik, který však může mít za následek zpomalení a tím pádem i ustálení kaskády; vhodné opět doplnit, tlesknutím, lusknutím, či piruetou.

V této kapitole jsem se pokusil shrnout poznatky z oblasti žonglování. Na začátku jsem stručně nastínil historii i současný vývoj žonglování. Dále jsem popsal současné formy, techniky i pomůcky, které spadají pod pojem žonglování, pozitivní i možné negativní vlivy na člověka a jejich využití v současné i budoucí praxi. Taktéž jsem se věnoval dosavadním poznatkům o technice žonglování a vysvětlení pojmu „Dwell ratio“ a teorie žonglérského počítání tzv. „siteswapů“. Na závěr jsem podrobně popsal proces učení „kaskády“ s pěti míčky.

1.2 Kinematická analýza pohybu

Kinematická analýza sportovní motoriky poskytuje exaktní pohled na sportovní výkon, na možnosti jeho diagnostiky a nové možnosti zvyšování úrovně výkonu a jeho součástí (zdokonalování techniky, taktiky, strategie, pohybových schopností a sociálních vlastností). S využitím kinematografické vyšetřovací metody se můžeme setkat v lékařství, ergonomii, rehabilitaci, fyzioterapii, ve vrcholovém sportu a v dalších oblastech, ve kterých je středem zkoumání pohybová činnost člověka, jednotlivých segmentů lidského těla nebo samotných komponent pohybového systému (Janura, Zahálka 2004).

Princip této metody spočívá ve vysokofrekvenčním snímání reálného pohybu, jeho transformace do digitální podoby a vytvoření tak virtuálního prostředí, ve kterém je možné přesné sledování fyzikálních parametrů (dráha/čas, rychlosti, zrychlení, úhly a matematicky odvoditelné síly), které nelze postřehnout lidskými smysly. Digitální forma záznamu pohybu umožňuje následnou simulaci pohybu, využitelnou k tvorbě optimálních variant a modelů pohybu.

Na Fakultě Sportovních Studií v Brně je k dispozici program SIMI Motion vhodný pro zpracování obrazu za účelem kinematické analýzy.

1.2.1 Předpoklady pro kinematickou analýzu

Pohyb je z fyzikálního hlediska chápán jako změna souřadnic v určitém časovém rozpětí. Tento souřadnicový systém může být nejprve libovolně zvolen a následně upraven.

Jsou zde však dva základní požadavky:

- souřadnicový a kalibrační systém
- časové údaje

1.2.2 Souřadnicový a kalibrační systém

Slouží ke stanovení vztahu mezi aktuálními (reálnými) řadovými hodnotami, přičemž záběr je vyhodnocen později. Pojem souřadnicový systém úzce souvisí s kalibračním systémem a to následujícím způsobem. Kalibrační systém vymezuje prostor (ve 3dimenzionální analýze), nebo plochu (ve 2dimenzionální analýze), kde se odehrává pohyb. Souřadnicový systém je matematický prostředek, pomocí něhož je možné vypočítat skutečné prostorové rozměry (Sebera, Zvonař, 2007).

Provedení kalibrace při analýze záznamu pohybu je jedním ze základních kroků, který slouží k určení závislostí mezi skutečnými velikostmi a odpovídajícími údaji, získanými na záznamu. Napomáhá také při stanovení vlivu záznamové techniky na vznik odchylek v nasnímaném obrazu. Podstatu procesu kalibrace tedy můžeme určit takto:

- určení souřadnic známých bodů v prostoru, které jsou nezbytné pro stanovení měřítka mezi reálnou a obrazovou soustavou souřadnic - *kalibrace prostoru* (pro kalibraci prostoru lze použít dvě měřicí tyče známé délky, které jsou navzájem kolmé a dobře viditelné v záběru)
- nalezení odchylek souřadnic vyhodnocených bodů od jejich reálných souřadnic, které nám určí vliv použitých přístrojů na kvalitu vyhodnocených dat – *kalibrace kamery* (Janura, Zahálka 2004).

1.2.3 Časové údaje

Sdělují nám údaje o tom, kdy byl záběr pořízen. Tato informace může být uvedena buď jako absolutní hodnota (např. 3. ledna 2007 ve 4:27, 12 sekund a 312 milisekund) nebo jako relativní hodnota (0,01 sekund po předchozím záběru). Pro získání přesných dat, by na záběru měla být přesná časomíra, anebo musí být znám časový rozdíl mezi snímky. Pro většinu otázek týkajících se kinematické analýzy je důležitější relativní časová hodnota. Je to dáno frekvencí snímků použitého nahrávacího systému. Pro videonahrávání se jedná o 25 kompletních

snímků za sekundu, nebo 50 políček za sekundu (PAL), nebo 30/60 (NTSC). (Sebera, Zvonař, 2007). K pořízení kvalitního záznamu a následné analýze je doporučována vysokorychlostní kamera, která dokáže podrobně zaznamenat i rychlý pohyb tj. min. 100 snímků za vteřinu (Zaoral, 2008).

1.2.4 Umístění kamer při 2D a 3D analýze

Jestliže je pohyb nahráván jednou kamerou, tak uspokojivých výsledků lze dosáhnout pouze ve dvourozměrné rovině. K řešení problému ve 2D je nutná pouze jedna kamera a kalibrační systém, který se skládá ze dvou tyčí známé délky, které jsou vzájemně v pravém úhlu. Poloha kamery by se měla blížit situaci, kdy optická osa kamery protíná sledovaný úsek co nejblíže jeho středu (Janura, Zahálka 2004).

Umístění kamer v případě prostorové analýzy se liší podle řešené úlohy a možnostmi pracoviště. Přestože tedy neexistují jednoznačně stanovená pravidla, musí být splněny některé základní požadavky. Nutnou podmínkou 3D analýzy je viditelnost každého vyhodnocovaného bodu minimálně ze dvou kamer, jejichž optické osy by měly být v úhlu mezi 60 a 120 stupni. Kamery by měly být schopny současného snímání záběrů. Doporučuje se umísťovat kamery tak, aby neležely v jedné rovině, ale umísťovat je např. do tvaru „deštníku“. Kalibrační systém je tvořen prostorovým 3D objektem (kvádr, jehlan, krychle). Pozice rohů tohoto trojrozměrného objektu musí být známá (Sebera, Zvonař, 2007).

1.2.5 Problémy související s analýzou obrazu

Poté, co byl pohyb nahrán, můžeme záběr analyzovat. Abychom analýzu mohli provést, musí být určeny body na těle anebo body, které jsou určitým

způsobem důležité pro vykonání pohybu. Použitými body na těle jsou většinou průsečíky kloubních os nebo jejich středy.

Tři hlavní zdroje chyb:

- osy kloubů nemohou být jasně definovány
- průsečíky os nelze na záběru jasně rozlišit
- průsečíky jsou skryty za ostatními částmi těla a na záběru nejsou viditelné

Řešení těchto chyb:

- tuto chybu může minimalizovat pouze precizní znalost anatomie
- průsečíky lze označit jasně kontrastní barvou
- střed kloubů musí být interpolován, popřípadě odhadnut

Chyby a tolerance chyb

- chyby v určování časového rozpětí mezi jednotlivými snímky záznamu
- chyby v určování pozice měřených bodů
- kumulativní chyby, které nastanou, když se k výpočtům použijí nesprávné hodnoty

Rozsah těchto chyb může být vyjádřen jako matematická funkce citlivosti použitého filmu, přesnosti snímací metody, přesnosti určení ohniskových bodů při měření, chyb vzniklých při zaznamenávání času atd. Různorodost těchto faktorů ukazuje, jak komplikované mohou výpočty být. V praxi je dostačující, že tolerance chyb jsou zjištěny s odvoláním na známé vnější hodnoty. Jestliže je například známá hodnota vzdálenosti mezi vrchním hlezenním kloubem a kolenním kloubem, potom musíme dospět ke stejné hodnotě i po sejmutí obrazu a provedení výpočtů (Sebera, Zvonař, 2007).

1.2.6 Zobrazení a vyhodnocení dat

Sledovat lze jednotlivý bod, spojnice bodů a těžiště. Je možné tyto spojnice zvýraznit či barevně odlišit a následně sledovat během pohybu. Následné zobrazení v libovolné ose x , y , z trojrozměrného prostoru, spolu se sledováním jednotlivých charakteristik – vzdálenosti, rychlosti, zrychlení, úhly se sledováním vlastního provedení sportovního výkonu, dává do rukou trenéra velmi účinný nástroj na posouzení technické vyspělosti sportovce.

Při vyhodnocení máme k dispozici velké množství informací (Sebera, Zvonař, 2007):

- délkové, úhlové, časové, rychlostní charakteristiky jednotlivých segmentů těla
- jsme schopni sledovat úhly a postavení jednotlivých segmentů před, při a po odraze nebo jiném klíčovém okamžiku, úhly odrazu a vzletu, postavení a vzájemnou polohu segmentů
- dráhu těžiště, resp. jednotlivých segmentů v průběhu celého pohybu
- poklesy rychlosti, dráhy, rychlosti a zrychlení v jednotlivých osách X , Y a Z .

1.2.7 Možnosti zobrazení výsledků

Software SIMI Motion poskytuje velkou variabilitu v rámci možností zobrazení výsledků. Z velmi velkého výčtu jsou zřejmě nejpožadovanější tyto:

- 3D náhled na vytvořený model cvičence, nářadí a náčiní. S modelem nebo jeho částmi je možno libovolně rotovat ve všech třech osách a to v jakékoliv fázi pohybu.
- Vypočítání a zobrazení těžiště pomocí předdefinovaných výpočetních modelů. K dispozici je několik variant.
- Izolované zobrazení určitého bodu nebo spojnice. Možnost barevného zvýraznění polohy i zanechané stopy v čase.
- Zobrazení grafu zrychlení všech analyzovaných bodů.

- Výpočet úhlů mezi body v kterýchkoli částech pohybu.
- Srovnání všech údajů z více analýz. Zobrazení různých modelů pohybu z různých záznamů v jednom okně. Při synchronizaci začátku záznamu je možnost pozorovat rozdíly mezi cvičenci v prováděném pohybu.

SIMI Motion mimo jiné dokáže zobrazené modely a grafy převést do názorné reprezentativní formy k prezentaci výsledků (Zaoral, 2008)

2. CÍLE, ÚKOLY A VÝZKUMNÁ OTÁZKA PRÁCE

2.1 Cíl práce

Cílem je vytvořit, popsat a analyzovat 3D model žonglérského triku „kaskáda s pěti míčky“.

Na základě měření provedeme individuální popis a porovnání techniky tří probandů různé technické vyspělosti a pokusíme se najít a popsat případné chyby v provedení. Pokusíme se k tomu využít systém SIMI pro 3D modelování pohybu, dostupný na Fakultě Sportovních Studií v Brně. Tento systém je běžně využíván pro zlepšení techniky při tréninkovém procesu a celkový posun u mnoha sportovních odvětví.

2.2 Varianta výzkumu

Vzhledem k charakteru práce jsme použili případovou studii, která je charakterizovaná jako rozbor stavu, vývoje a interakcí s prostředím jednoho nebo více jedinců, skupin, komunit a institucí, operačních jednotek, ale i programů, které se pozorují, dokumentují a analyzují, aby se popsaly a vysvětlily jejich stavy a vztahy k interním a externím ovlivňujícím faktorům. Případová studie tedy zahrnuje zaměřené pozorování v přirozených podmínkách, interview, kvalitativní analýzu a narativní styl podávání zprávy (Hendl, 1999). Předmětem navržené případové studie je hodnocení vybraných kinematických parametrů při žonglérském triku „kaskáda s pěti míčky“.

2.3 Úkoly práce

- Vybrat vhodné probandy pro měření
- Zaznamenat v systému SIMI vybrané žongléry při kaskádě s pěti míčky

- Provést 3D analýzu videozáznamu
- Analyzovat jednotlivé technické aspekty
- Vyhodnotit sledované parametry a poskytnout probandům zpětnou vazbu
- Vyhodnotit závěry a převést je v doporučení pro teorii a praxi

2.4 Výzkumná otázka

Do jaké míry je možné s úspěchem využívat 3D kinematickou analýzu žonglérského triku „kaskáda s pěti míčky“ pro zlepšení tréninkových postupů a následné zlepšení techniky žonglování?

3. METODIKA PRÁCE

3.1 Organizace práce a průběh testování

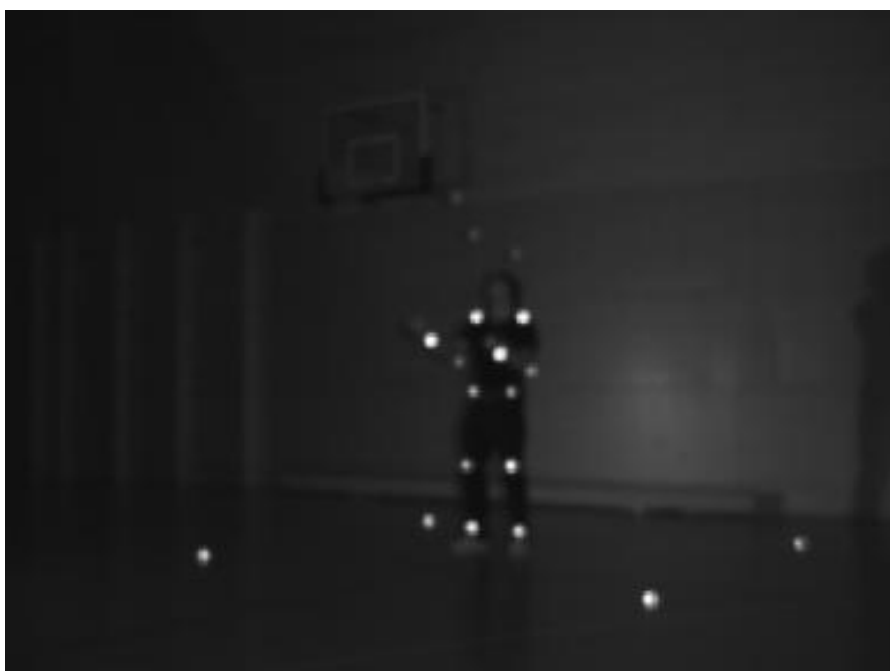
Výzkumný problém jsme si stanovili v říjnu roku 2011. Do prosince 2011 jsme prováděli teoretickou přípravu, ta spočívala ve studiu odborné literatury a konzultaci problému s jedinci z žonglérské komunity. Potřebné měření jsme provedli 10. prosince 2010 v hale míčových sportů na Kamenici 5 v Brně Bohunicích.

Testování probíhalo od 17:00 do 20:00. V tomto termínu bylo možno využít halu pro naše účely. Pro správnou techniku při žonglování je důležité správné zahřátí, protažení a specifické žonglérské rozcvičení. Každý z probandů dostal za úkol se individuálně rozcvičit dle svých obvyklých zvyklostí. Mezitím probíhalo připravování technického zařízení. Pro přesnější určení bodů potřebných při „trackování“ v SIMI MOTION je zapotřebí rozpoznat průsečíky kloubů. K jejich získání vybavíme před spuštěním videozáznamu probandy vhodně umístěnými reflexními „kuličkami“. Tyto „kuličky“ jsou vyrobeny z reflexního materiálu, což slouží k jejich snadnějšímu rozpoznání. Byly umístěny na obou kotnících, kolenou, dvě kuličky v bocích, na obou ramenech, na loktech a zápěstích (obr. 18). Skutečnost, že jsme měli probandy označené v kloubním spojení, je mohla znervóznit. Proto jsme před každým měřením poskytli probandům krátký prostor, aby si na označení při žonglování zvykli.

Seznam všech snímaných bodů:

- Střed hlavy
- Levé rameno
- Pravé rameno
- Levý loket
- Pravý loket
- Levé zápěstí

- Pravé zápěstí
- Levý bok – lopata kyčle
- Pravý bok – lopata kyčle
- Levé koleno
- Pravé koleno
- Levý kotník
- Pravý kotník



Obr. 18: Označení probanda reflexními body.

Byl natočen krátký záznam a vybrán jeden cyklus od vyhození prvního míčku k jeho opětovnému návratu do stejné ruky, který obsahuje celkem 10 výhozů a 10 chycení míčku (tj. 5 výhozů a chycení levou a 5 výhozů a chycení pravou rukou).

K natáčení jsme využili dvě vysokofrekvenční synchronizované digitální kamery SIMI Motion. Tyto kamery umí zaznamenat až 100 snímků za sekundu. Záznam z těchto kamer je ukládán na pevné disky počítače. Data jsou přímo posílána do softwaru, kde se následně hned ukládají. V tomto softwaru byla data také následně zpracována.

Od února 2011 jsme se zaměřili na zpracování výsledků, jejich posouzení a na vyvození závěrů.

3.2 Charakteristika zkoumaného souboru

K měření jsme vybrali tři probandy, kteří žonglují rozdílně dlouhou dobu. Všichni tři se věnují převážně klasickému žonglování s míčky, s kužely nebo kruhy a mají za sebou již zkušenosti s prezentací žonglování před veřejností.

TO1: Vašek Peca

Datum narození: 21. duben 1997

Doba aktivního žonglování: : 4 roky a 8 měsíců

Osobní odhad průměrné doby tréninku: 1,5 hodiny denně

Výška (cm): 160

Váha (kg): 50

Dominantní ruka: pravá

Osobní rekordy v době natáčení:

- 5 míčků výdrž: 12min
- 7 míčků výdrž: 240 „catchů“ (chycení míčků) – cca 1 min

Osobní úspěchy:

- vítězství ve Zlatém oříšku
- 3. místo v kategorii juniorů na WJF*
- 2. místo v kategorii juniorů na WJF*
- velký počet vystoupení před publikem

* **World juggling federation competition (WJF)** – prestižní soutěž ve sportovním žonglování každoročně pořádaná v USA v Las Vegas s účastí žonglérů z celého světa. Přestože to není oficiální mistrovství světa, jedná se o nejprestižnější soutěž na světě ve sportovním žonglování.

TO2: Josef Kolaja

Datum narození: 3. duben 1991

Doba aktivního žonglování: 5 roků

Osobní odhad průměrné denní doby tréninku: cca 1,5 h denně

Výška (cm): 183

Váha (kg): 84

Dominantní ruka: pravá

Osobní rekordy v době natáčení:

- 5 míčků výdrž: 10min
- 7 míčků výdrž: 30s - cca 110 „catchů“ (chycení míčků)

Osobní úspěchy:

- vystupování před publikem

Ostatní okolnosti:

- půl roku před natáčením utrpěl zlomeninu pravého zápěstí s trvalými následky a čtvrtletním tréninkovým výpadkem

TO1: Dominik Grohman

Datum narození: 25.10.1990

Doba aktivního žonglování: cca 2 roky

Osobní odhad průměrné doby tréninku: cca 4 hodiny týdně

Výška (cm): 180cm

Váha (kg): 70kg

Dominantní ruka: pravá

Osobní rekordy v době natáčení:

- 5 míčků výdrž: 600 „catchů“ (chycení míčků) cca 2,5 min
- 7 míčků výdrž: 40 „catchů“ (chycení míčků)

Osobní úspěchy:

- několik desítek vystoupení
- organizace žonglérského setkání „Hradní kejkle“
- složité triky v balancování

3. VÝSLEDKY A DISKUZE

V této práci jsme se zaměřili na rozbor a srovnávání průběhu žonglování s pěti míčky v základním triku „kaskáda“ u tří žonglérů. Nebudeme přímo srovnávat jednotlivé probandy a jejich silné a slabé stránky, ale zaměříme se na vyhledání důležitých míst pro popsání správné techniky tohoto pohybu a na popsání stěžejních atributů „kaskády“.

4.1 Sledované parametry

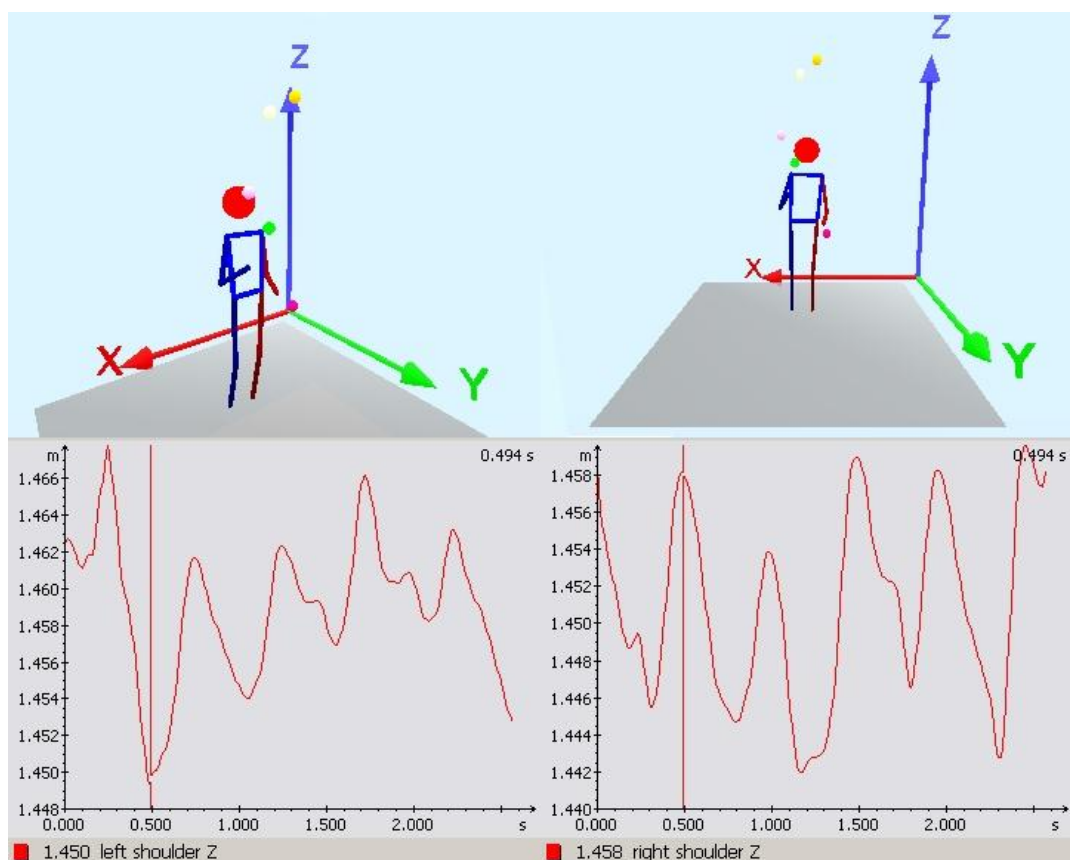
- **pohyb v ramenou**
 - mělo by docházet k minimálnímu pohybu v ramenou
 - obě ramena by měly být ve stejné výšce
 - stěžejní pro naše účely je zejména vertikální pohyb (tzn. v ose Z)
- **pohyb předloktí a úhel v loketním kloubu**
 - lokty by měly být blízko u těla
 - úhel v loketním kloubu při vypouštění míčku (minimální úhel)
 - maximální úhel v loketním kloubu
 - maximální a minimální úhel by se měl střídat v pravidelných intervalech, tzn. v momentě, kdy je maximální úhel v jednom lokti, v druhém by měl být minimální
 - úhel tvořen třemi body: rameno, loket a zápěstí
- **pohyb zápěstí**
- **úhel v kolenou**
 - úhel tvořen třemi body: kyčel, koleno a kotník

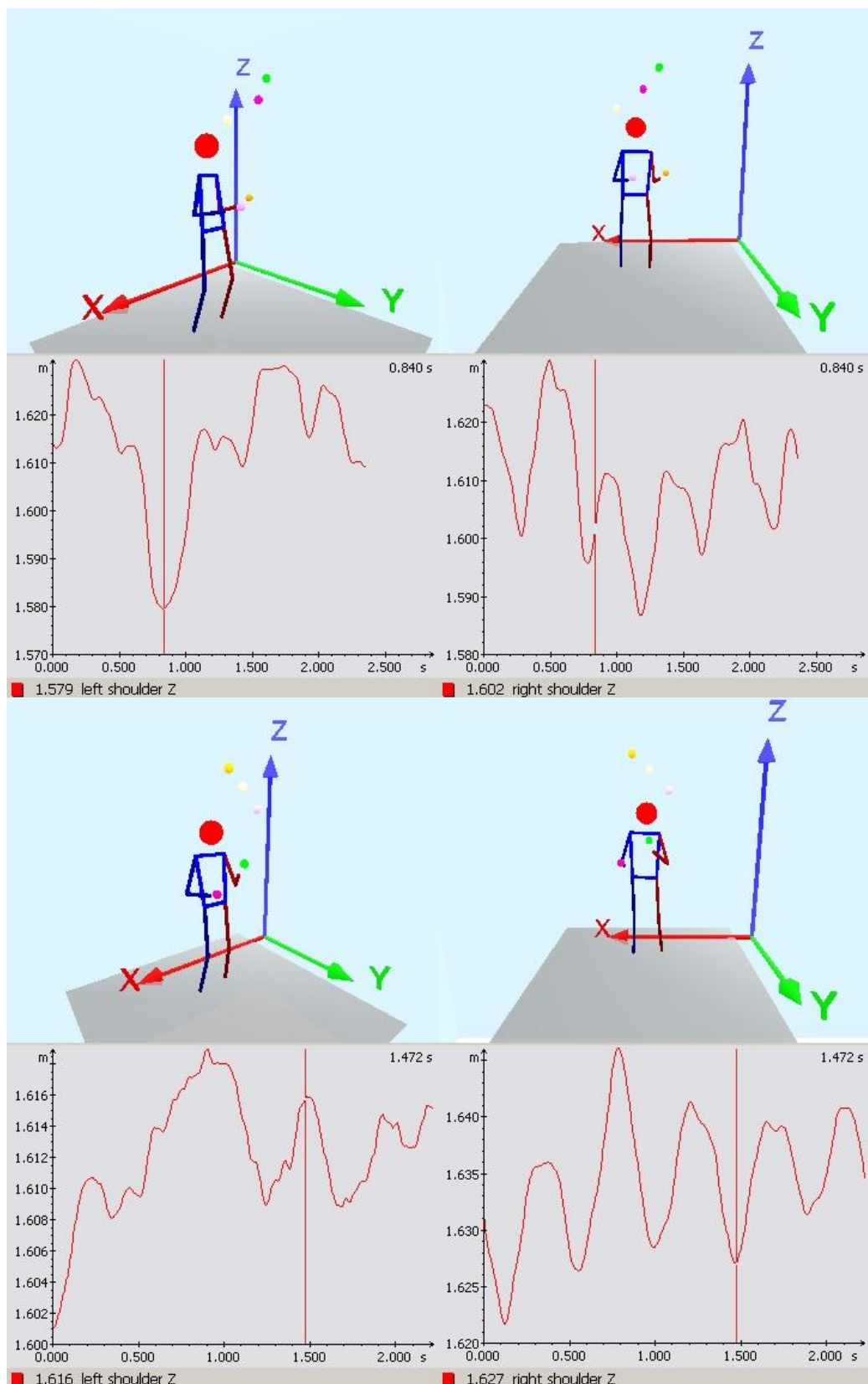
- **parametry „kaskády“**

- rychlost „kaskády“, tzn. čas sledovaného cyklu mezi dvěma výhozy stejného míčku ze stejné ruky (čas 10 výhozů).
- výška „kaskády“
- šířka kaskády, poměr doby letu a doby držení míčků, rychlost po vypuštění míčku z ruky).
- „Dwell ratio“ (poměr času držení míčku a času, kdy je ruka prázdná)

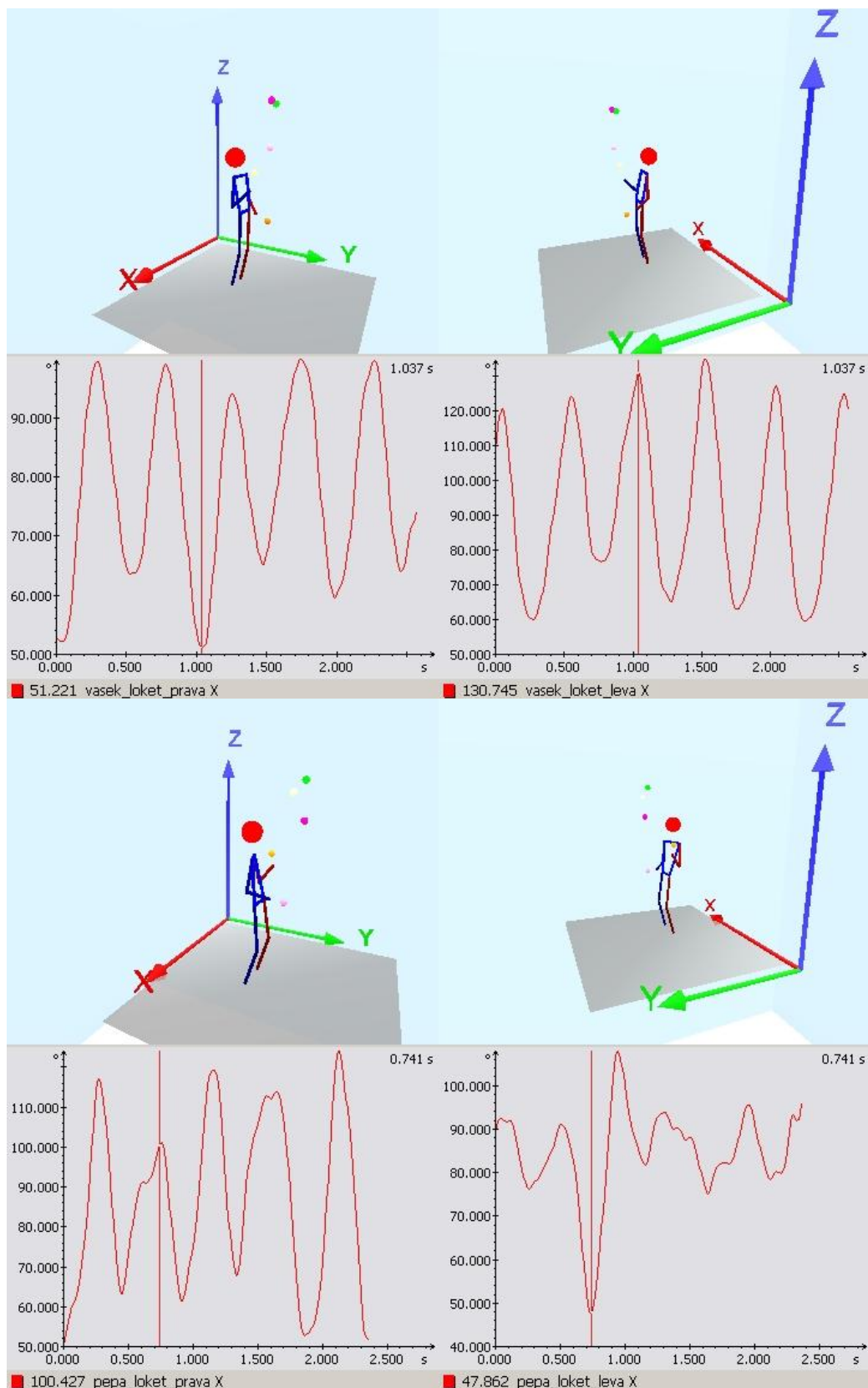
3.2 Grafické srovnání (proband 1., 2., 3.)

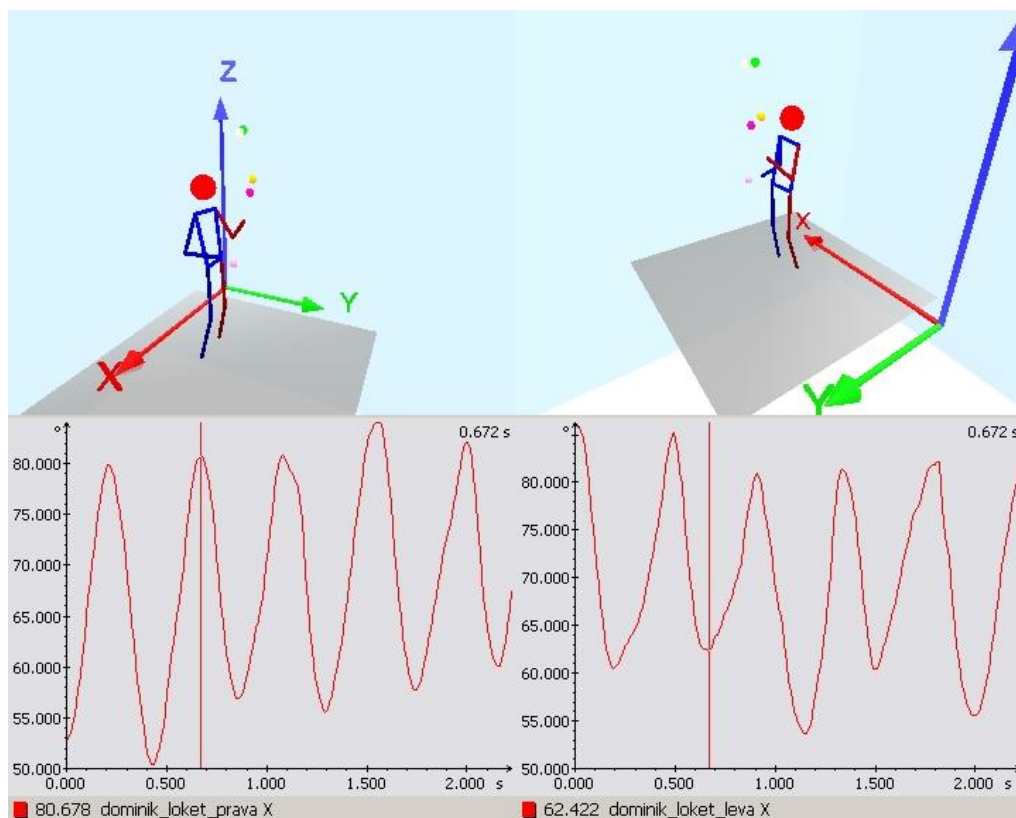
V této kapitole přinášíme grafické znázornění jednotlivých sledovaných parametrů vždy v následujícím pořadí probandů: Vašek, Pepa, Dominik.



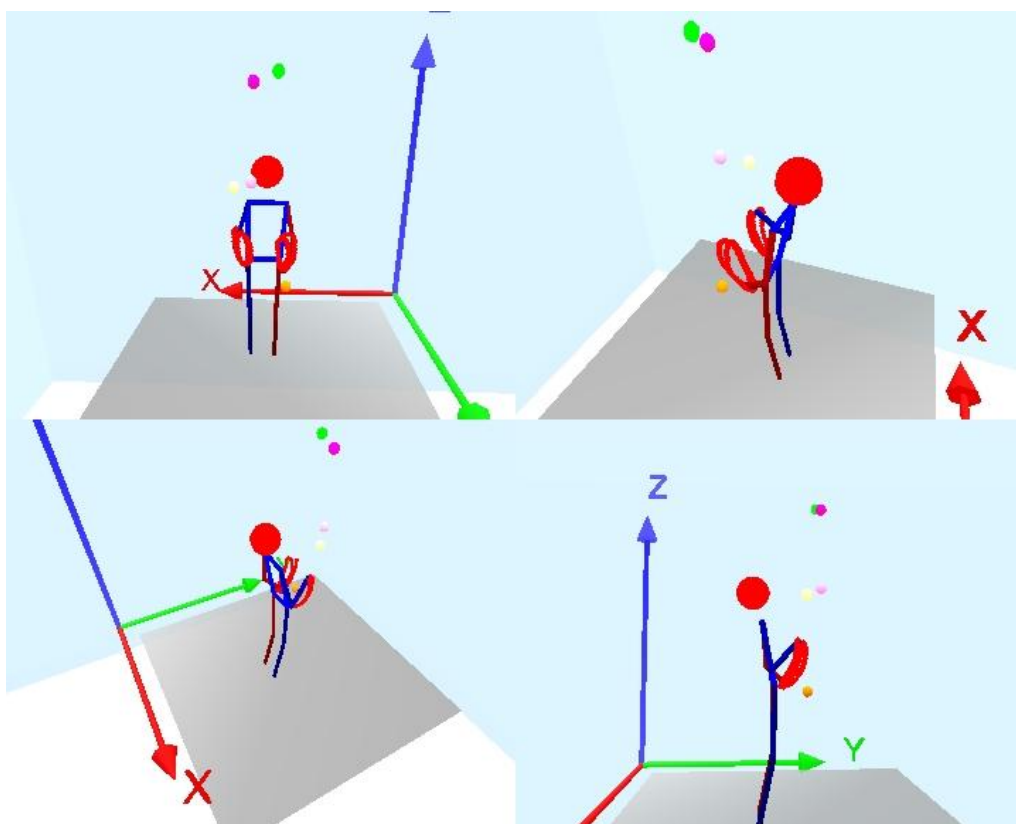


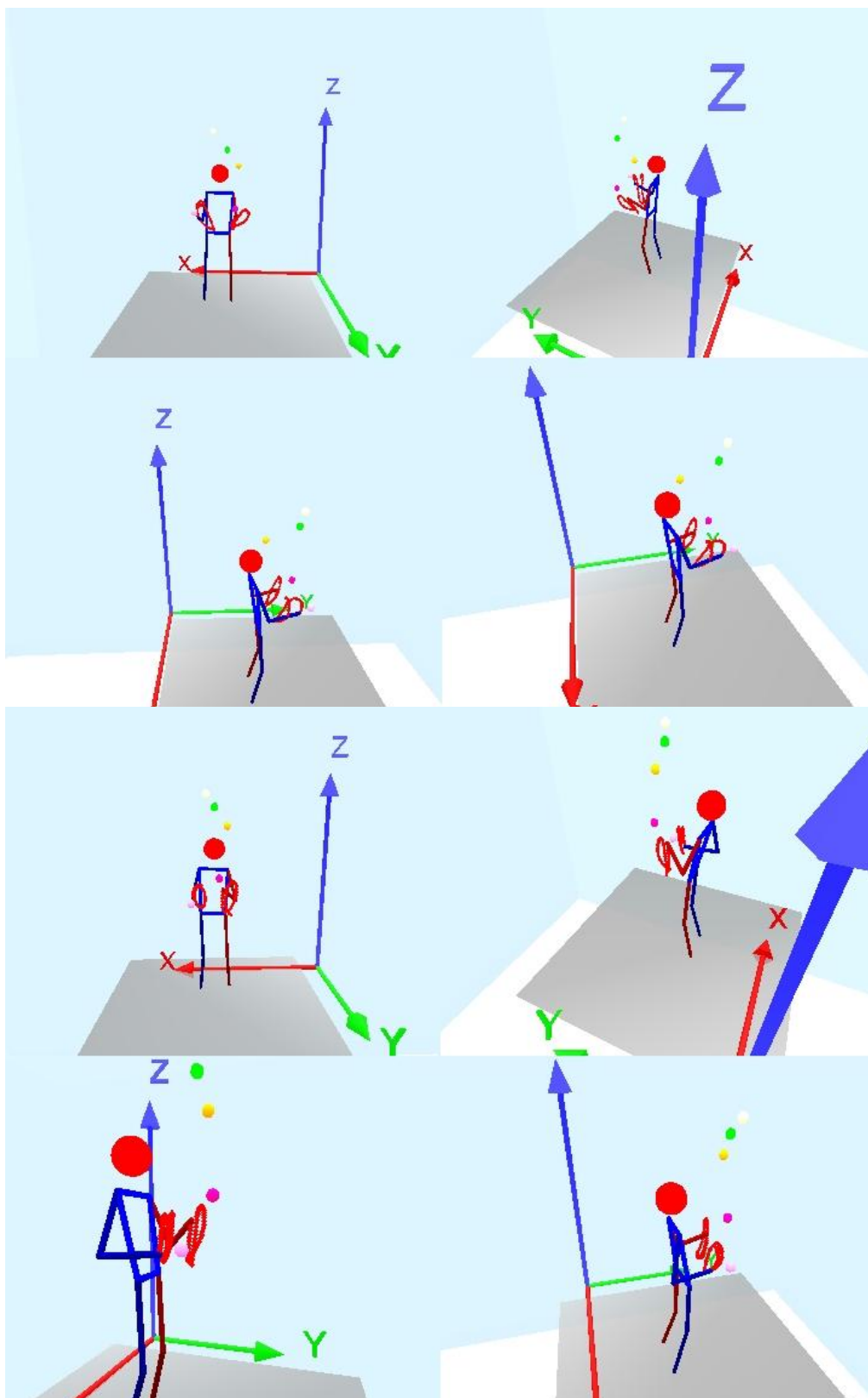
Obr. 19, 20, 21 Pohyb v ramením kloubu



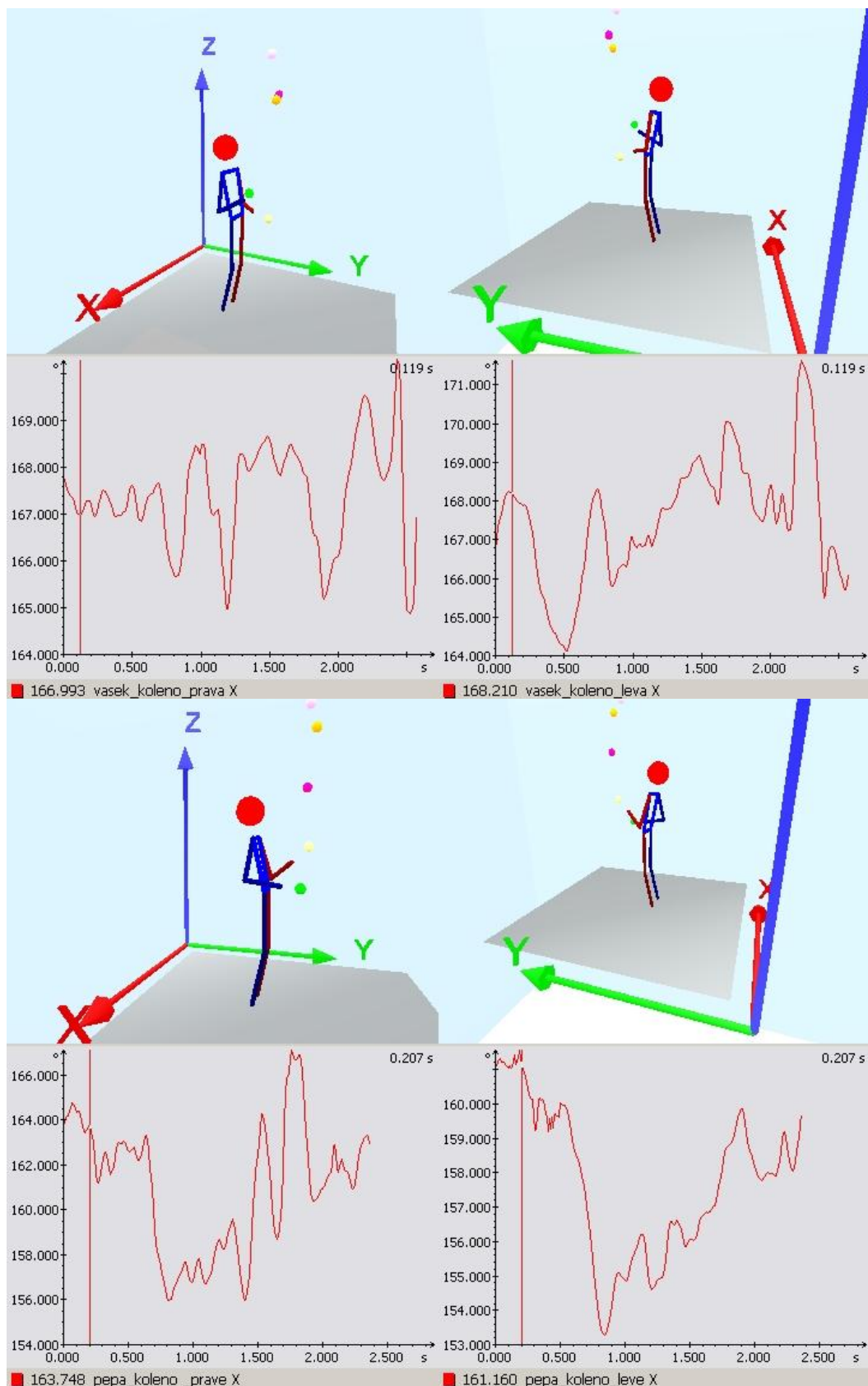


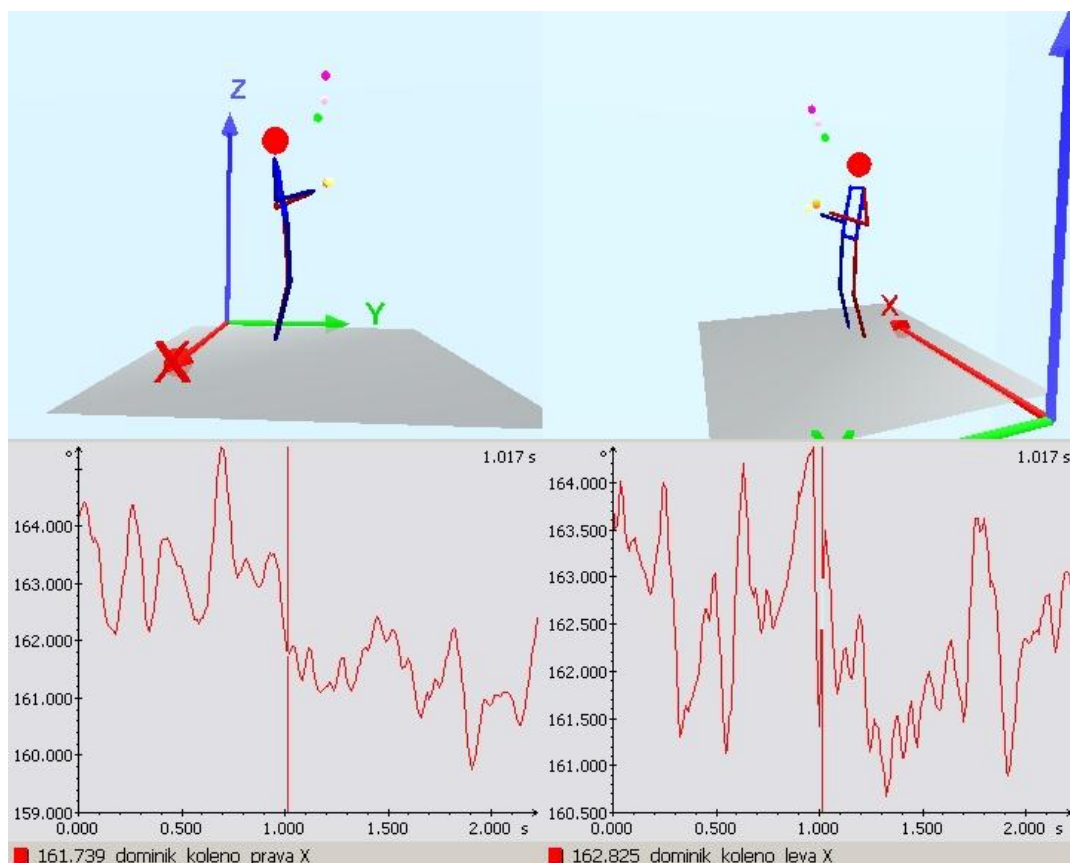
Obr. 21, 22, 23 Úhel v loketním kloubu



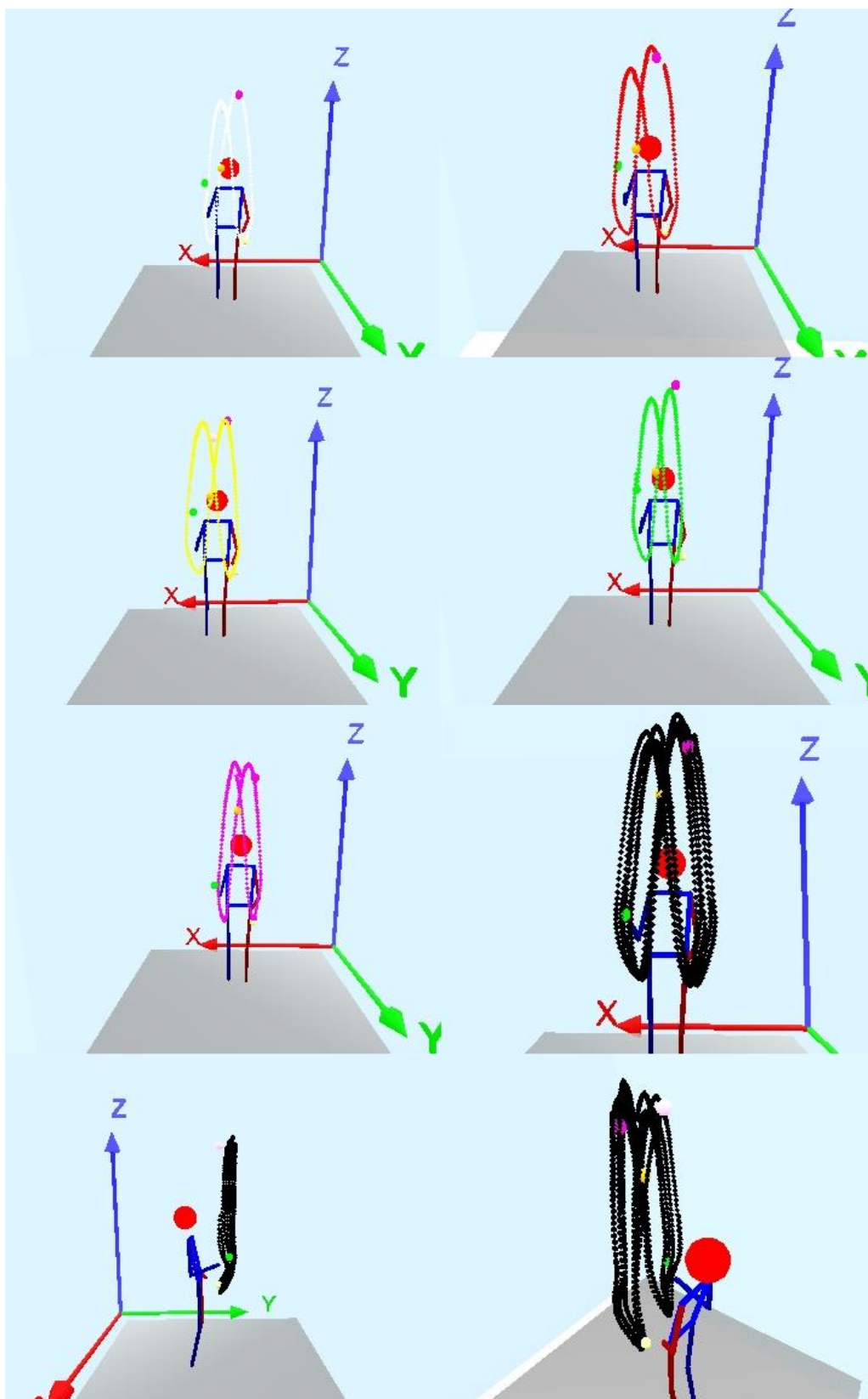


Obr. 24, 25, 26 Pohyb zápěstí

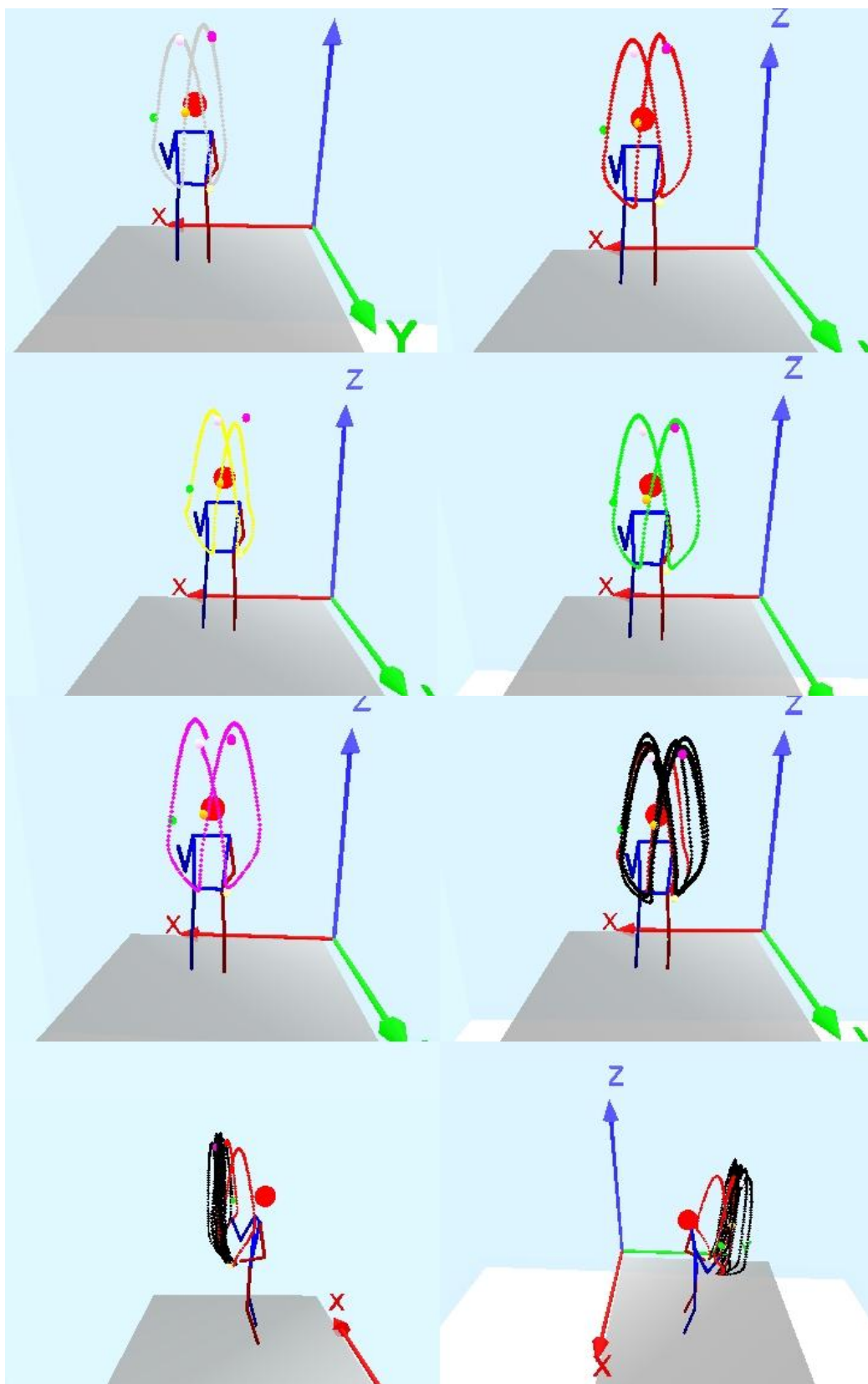




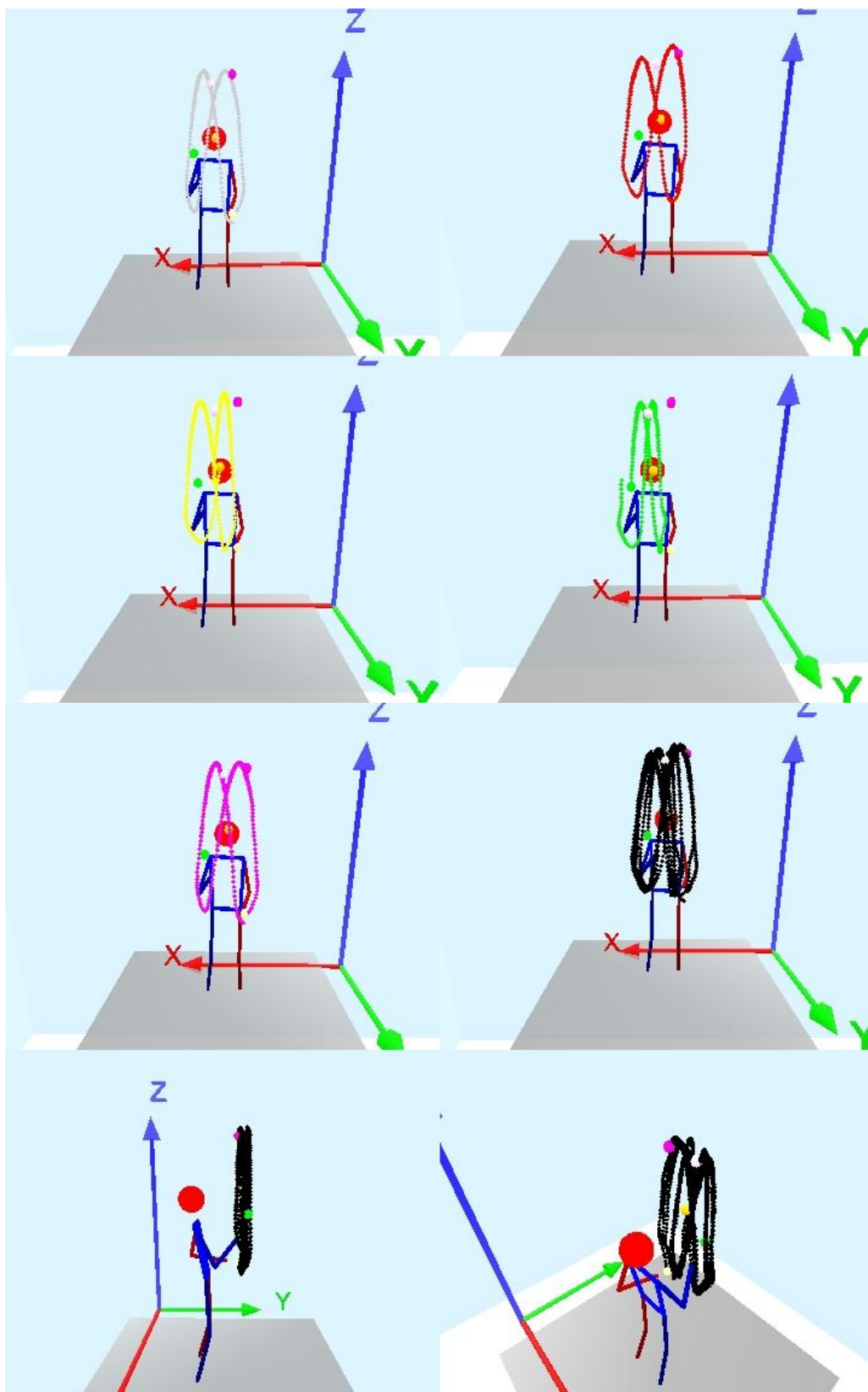
Obr. 27, 28, 29 Úhel v kolením kloubu



Obr. 30, 31 Dráha míčků Vašek



Obr. 32, 33 Dráha míčků Pepa



Obr. 34, 35 Dráha míčků Dominik

4.3 Výsledky 3D kinematické analýzy

V následující tabulce uvádíme pro srovnání naměřené parametry u všech třech probandů.

Tab. 1 Sledované proměnné

(pravá ruka znázorněna modrou barvou, levá ruka zelenou)

NEZÁVISLÉ PROMĚNNÉ	Vašek	Pepa	Dominik
Vertikální pohyb v pravém ramenním kloubu (<i>rozsah pohybu v cm</i>)	144,2 - 146	158,7- 163,1	162,2- 164,6
Vertikální pohyb v levém ramenním kloubu (<i>rozsah pohybu v cm</i>)	144,9 - 146,8	157,9 - 163,1	160,1 - 161,9
Minimální úhel v pravém loketním kloubu – průměr (<i>z pěti změřených vrcholů jsme odstranili nejvyšší a nejnižší hodnoty a ze zbylých tří jsme propočítali průměr</i>)	59°	60°	56,5°
Minimální úhel v pravém loketním kloubu – nejvyšší hodnota	51°	50°	50,5°
Minimální úhel v pravém loketním kloubu – nejnižší hodnota	65°	68°	60°
Minimální úhel v levém loketním kloubu – průměr (<i>z pěti změřených vrcholů jsme odstranili nejvyšší a nejnižší hodnoty a ze zbylých tří jsme propočítali průměr</i>)	62,5°	76,5°	59°
Minimální úhel v levém loketním kloubu – nejvyšší hodnota	76,5°	82°	62,5°
Minimální úhel v levém loketním kloubu – nejnižší hodnota	59,5°	48°	53,5°

Maximální úhel v pravém loketním kloubu – průměr (z pěti změřených vrcholů jsme odstranili nejvyšší a nejnižší hodnoty a ze zbylých tří jsme propočítali průměr)	99°	116,5°	81°
Maximální úhel v pravém loketním kloubu – nejvyšší hodnota	100°	124°	80°
Maximální úhel v pravém loketním kloubu – nejnižší hodnota	94°	101°	84°
Maximální úhel v levém loketním kloubu – průměr (z pěti změřených vrcholů jsme odstranili nejvyšší a nejnižší hodnoty a ze zbylých tří jsme propočítali průměr)	126,5°	94°	83°
Maximální úhel v levém loketním kloubu – nejvyšší hodnota	134,5°	108°	86°
Maximální úhel v levém loketním kloubu – nejnižší hodnota	120,5°	91°	81°
Úhel v pravém kolenním kloubu - průměr	167°	161°	162,5°
Úhel v levém kolenním kloubu - průměr	167,5°	157,5°	162°
Parametry kaskády:			
Rychlost kaskády (čas sledovaného cyklu mezi dvěma výhozy stejného míčku ze stejné ruky, tj. čas 10 výhozů).	2,51s	2,36s	2,22s
Výška výhozů pravá (v metrech)	1,46	1,30	1,18
Výška výhozů levá (v metrech)	1,42	1,32	1,25
Šířka kaskády (v metrech)	0,52	0,72	0,55
Dwell ratio - průměr	0,735	0,76	0,755

Dwell ratio – pravá	0,75	0,74	0,78
Dwell ratio – levá	0,72	0,775	0,73

4.4 Diskuze k analyzovaným výsledkům

V této kapitole se zaměříme na konkrétní popis jednotlivých sledovaných proměnných, které lze vyčíst z kinematické analýzy v programu SIMI Motion, jak jsou patrné z tabulky 1. Tabulka však neobsahuje všechny důležité údaje, neboť některé údaje (např. pohyb zápěstí) lze jen těžko číselně vyjádřit. Tyto údaje jsou dostatečně patrné z programu SIMI motion a přiložených obrázků. Program SIMI motion vyhodnocuje data na tři desetinná čísla. Pro lepší přehlednost jsme hodnoty ve většině případů zaokrouhlili na dvě desetinná čísla a barevně rozlišili údaje pravé (modrá) a levé (zelená) strany.

Před samotnou diskusí shrneme krátce základní fakta a východiska. Natočili jsme krátký záznam a vybrali jeden cyklus od vyhození prvního míčku k jeho opětovnému návratu do stejné ruky, který obsahuje celkem 10 výhozů a 10 chycení míčku (tj. 5 výhozů a chycení levou a 5 výhozů a chycení pravou rukou). Probandi byli instruováni žonglovat pro ně co nejpohodlnějším způsobem. K výzkumu jsme zvolili tři probandy rozdílných úrovní a porovnávali jejich techniku, která se liší, což však nemusí znamenat, že je lepší nebo horší. Vaškovy mezinárodní úspěchy však vedou k předpokladu, že jeho technika je na velmi vyspělé úrovni.

První sledovaný údaj byl pohyb v ramenním kloubu (obr. 19, 20, 21). Pohyb v ramenním kloubu by měl být co nejmenší. Z tabulky 1 můžeme vyčíst, že u všech probandů je rozsah vertikálního pohybu stejný, tj. okolo 2cm. U Dominika je patrný rozdíl mezi levým a pravým ramenem, kdy levé rameno je v průměru o 3 cm výš než pravé. Po podrobném prozkoumání originálního videomateriálu se však domníváme, že tento jev je pravděpodobně způsoben mírným posunutím

reflexní kuličky. Z obrázků i grafů je patrný nepravidelný pohyb v rameni u Pepy, který je způsoben chybným výhozem míčku číslo 3 (obr. 20, 33), který měl vliv téměř na všechny zkoumané parametry. Tímto jevem se proto budeme více zabývat na konci diskuze.

Zajímavé je srovnání úhlů v loketním kloubu. Velikost tohoto úhlu se mění v závislosti na průběhu pohybu při chytání a vypouštění míčků z ruky. Pravidelně se střídají vrcholy maximálních a minimálních hodnot. V průměru minimální úhel (v době mezi vypuštěním a chycením míčku) dosahuje vyšších hodnot u všech tří probandů v levém loketním kloubu (LLK), tj. Vašek: $PLK = 59^\circ$, $LLK = 62,5^\circ$; Pepa: $PLK = 60^\circ$, $LLK = 76,5^\circ$; Dominik: $PLK = 56,5^\circ$, $LLK = 59^\circ$. Stejný jev je patrný i z průměrných maximálních hodnot tohoto úhlu u Vaška $PLK = 99^\circ$, $LLK = 126,5^\circ$; i u Dominika $PLK = 81^\circ$, $LLK = 83^\circ$. U Pepy jsou v průměru maximální hodnoty zřetelně větší u pravého loketního kloubu (Pepa: $PLK = 116,5^\circ$, $LLK = 94^\circ$), což si vysvětlujeme nápravou chybného hodu míčku číslo 3. V tabulce 1 uvádíme pro větší přehled i nejvyšší a nejnižší hodnoty, které jsme nezapočítávali do průměru.

Úhel v kolenním kloubu má u Vaška mírně větší hodnotu (167°) než u Pepy (161°) a Dominika (162°). Hodnoty pravého a levého kolenního kloubu se však podstatně neliší. U Pepy je i tento údaj ovlivněn chybným hodem míčku číslo 3 (levá končetina je v kolenním kloubu více pokrčena než pravá), nejspíše v důsledku posunu těžiště těla při jeho nápravě.

Zajímavé je srovnání rychlosti a parametrů kaskády. Zatímco nejzkušenější a nejmenší z probandů Vašek má nejpomalejší (sledovaný úsek deseti výhozů trvá 2,51s) a tím pádem i největší výšku hodů ($PK = 146\text{cm}$, $LK = 142\text{cm}$), rychlost Pepovy (2,36s) a Dominikovy (2,22s) kaskády je podstatně vyšší. Tomu odpovídá i výška hodů (Pepa: $PK = 130\text{cm}$, $LK = 132\text{cm}$; Dominik: $PK = 118\text{cm}$, $LK = 125\text{cm}$). Paradoxně šíře Vaškovy kaskády je nejmenší, pouze 52cm; Dominik 55cm. Pepa má téměř o 20cm širší kaskádu než Vašek, ale nemůžeme vyloučit, že to také není v důsledku chybného hodu míčku číslo 3.

Vašek má u své kaskády nejmenší hodnotu „dwell ratia“ (0,735) zatímco hodnoty u Pepy i Vaška jsou vyšší (0,76 resp. 0,755). Může to být způsobeno tím,

že Vašek, jako nejpokročilejší z probandů, potřebuje menší časový úsek na docílení přesných hodů. Všichni tři splňují tvrzení, že „dwell ratio“ může u kaskády s pěti míčky kolísat v rozmezí mezi 0,66 – 0,76 (in Hailbach a kol. 2004).

Z obrázků 30 a 31 je patrné, že u Vaška jsou hody a pohyb míček během sledované doby takřka totožné a parametry kaskády při pohledu zepředu i z boku kompaktní. Při pohledu z boku se jeví také i Dominikova kaskáda (obr. 34 a 35) velmi uspořádaně, avšak pohled zepředu už odkrývá menší nepřesnosti.

Pro větší přehlednost jsme u Pepy vyznačili pohyb míčku číslo 3 tak, aby byla zřetelně vidět jeho chybná dráha. Zatímco ostatní míčky směřují více méně do nachystaných dlaní (tak jak to má správně vypadat), míček 3 letí směrem k levému rameni a nutí tak žongléra se vytočit celým trupem a zejména levým ramenem směrem doleva a dozadu. To má za následek podstatně ostřejší úhel v loketním kloubu při chytání tohoto míčku, vychýlení celkového těžiště na levou stranu a následné mírné pokrčení levé nohy. Vlivem rotace trupu je předchozí míček z levé ruky (tzn. míček číslo 2) vyhozen mírně dopředu. Předpokládáme, že u méně zkušeného žongléra by došlo k následnému pádu některého z míčků, nebo minimálně k otočení kaskády i celého těla s doprovázeným přesunem chodidel. Méně pokročilý žonglér by měl pravděpodobně i problém otáčení zastavit. Takovéto otáčení je docela častým negativním jevem, který provází proces učení kaskády s pěti míčky.

5 SHRUTÍ A ZÁVĚRY

5.1 Shrnutí

Různé formy žonglování a s ním spojené disciplíny se prolínají celou minulou i současnou kulturou. V dnešní době je žonglování na vzestupu a žonglérská komunita již dávno není spojená pouze s cirkusovou a varietní scénou, ale připojuje se k ní stále větší počet lidí z celého světa ze všech sociálních i kulturních vrstev společnosti, akademickou půdu nevyjímaje. Díky specifickému druhu pohybu i stále pokračujícímu procesu učení má široké možnosti využití ve sportovním tréninku mnoha disciplín. Roste taktéž počet lidí, hlásající se k sportovnímu žonglování a s ním rostoucí tendence propagovat žonglování jako sportovní disciplínu. I to byl jeden z důvodů, proč vznikla tato práce, rozebírající žongléřský trik „kaskáda s pěti míčky“ pomocí 3D kinematické analýzy dostupné na Fakultě sportovních studií v Brně.

V teoretické části jsme se pokusili definovat pojem žonglování, stručně popsat historii, současný vývoj, formy, techniky i pomůcky, které spadají pod pojem žonglování, pozitivní i možné negativní vlivy na člověka a jejich využití v současné i budoucí praxi. Taktéž jsme se věnovali dosavadním poznatkům o technice žonglování, vysvětlení pojmu „Dwell ratio“ i teorie žongléřského počítání tzv. „siteswapů“, a procesu učení „kaskády“ s pěti míčky. V další kapitole jsme se také stručně zabývali teorií kinematické analýzy pohybu.

Pro naše účely jsme vybrali 3 žongléry s rozdílnými zkušenostmi, natočili je dvěma kamerami při žonglování s pěti míčky a následně podrobně rozebrali pohyb těla i míčeků v prostoru.

5.2 Závěry pro teorii a praxi

Naším cílem bylo pokusit se pomocí výsledků z 3D kinematické analýzy popsat kaskádu s pěti míčky. Práce v programu SIMI motion a následná kinematická analýza je velmi náročná na technické vybavení, znalost práce v softwaru i na čas. Poskytla nám však množství různých důležitých výstupů. Jelikož je povaha našeho výzkumu u nás i ve světě ojedinělá, bylo velmi těžké najít relevantní zdroje, ze kterých bychom mohli vycházet. Museli jsme proto sami vyhledávat vhodné parametry, které nám poskytnou náležité výsledky a vymýšlet způsoby hodnocení těchto výsledků. Můžeme z nich vyvodit tyto závěry:

- Při žonglování kaskády dochází k minimálnímu pohybu v ramenním kloubu, rozsah tohoto pohybu se pohybuje okolo 2cm. Jedná se o velmi významný faktor. Jelikož jsme měli možnost sledovat vychýlení ramenního kloubu u chybně hozeného míčku a vliv tohoto vychýlení na dráhu předcházejícího míčku, musíme konstatovat, že nadbytečný pohyb v ramenním kloubu významně ovlivňuje dráhu míčků.
- Úhel v loketním kloubu se střídá v pravidelných intervalech a nejvyšší hodnota úhlu u pravé ruky by měla znamenat nejnižší hodnotu u levé, jinak může docházet k nepravidelnému vyhazování míčků.
- Úhel v kolenním kloubu se pohybuje mezi 160 - 168°.
- Rychlost kaskády úzce souvisí s výškou vyhazovaných míčků a „dwell ratiem“.
- „Dwell ratio“ se u našich probandů pohybuje v rozmezí 0.73 – 0.76. Nejnižší hodnota patřila nejpokročilejšímu žonglérovi s nejvyššími hody.

Během natáčení materiálů i během analýzy a procesu zpracování dat jsme narazili na mnoho úskalí a nevýhod programu SIMI motion a následné 3D kinematické analýzy vzhledem k našemu specifickému výzkumu.

Nedostatky výzkumného šetření:

- Nepřesnost měření – abychom docílili přesného měření, reflexní prvky by musely být uvnitř kloubu, nicméně reflexní značky máme na povrchu těla. Během našeho výzkumu jsme zjistili, že tento fakt je vzhledem k povaze pohybu při žonglování velmi limitujícím faktorem. Během „kaskády“ s pěti míčky a žonglování obecně je velmi důležité rovnoměrně zatěžovat obě poloviny těla. Například nerovnoměrné postavení ramen u Dominika mohlo být ovlivněno chybným nastavením reflexních prvků.
- Časová a především technická náročnost vyžaduje specifické personální zajištění (technik, který na základě záznamu provede renderování bifurkačních bodů, ze kterých vznikne sledovaný model).
- Během renderování občas došlo k překrývání snímaných bodů, což mohlo částečně zkreslit některé výsledky.
- Ve výběru zkoumaných úseků záznamu se objevil chybný hod, který ovlivnil výsledky jednoho z probandů. Tato chyba nám umožnila srovnání s ostatními probandy a přinesla zajímavé výsledky o ovlivnění průběhu pohybu a vlastní kaskády a taktéž o způsobu nápravy takového chybného hodu. Tento pravděpodobně ojedinělý chybný hod však v žádném případě nevykazuje přesvědčivé hodnoty k posouzení vlastní techniky žongléra.
- 3D analýza nám neposkytla dostatečně přesné údaje o detailní práci rukou a zápěstí. Zejména specifický pohyb zápěstí má důležitou roli pro výsledek vlastní kaskády.

Doufáme, že naše práce nebude ojedinělá a navážou na ni i další podobně zaměřená výzkumná šetření. Pokusíme se proto krátce nastínit, kam by se mohl ubírat další výzkum:

- Propojení kinematické analýzy s kineziologickou analýzou pomocí EMG, zejména pro sledování zapojení práce svalů pletence ramenního zaměření se na porovnání pravé a levé poloviny těla.

- Detailní analýza pohybu zápěstí a následné porovnání práce pravého a levého zápěstí pomocí vysokofrekvenční kamery s vysokým rozlišením obrazu.

LITERATURA A ZDROJE:

1. ALVAREZ, Francisco. *Juggling - its history and greatest performers* [online]. Bloomington (Indiana) : Juggling Information Service, 1997 [cit. 2011-11-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.juggling.org/books/alvarez/>>.
2. BACON, R., W. *The juggler's manual of manipulative miscellanea*. Hanover, Massachusetts: Forge Pond Press, Second printing 1986, 104s.
3. BEEK, P. J.; LEWBEL, A. *The science of juggling*. Scientific American [online]. November, 1995, č. 273, [cit. 2011-11-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.its.caltech.edu/~juggling/science.html>>.
4. BENGE, K. *The art of juggling*. New York: Brian Dubé, 2006, 131s. ISBN 0-917643-01-1.
5. BLAHUTKOVÁ, M. *Psychomotorika*. 2. vyd. Brno: MU, 2007 , 92s. ISBN 978-80-210-3067-4.
6. BURKARD, P. *The Mathematics of Juggling*. New York, Springer-Verlag, 2003, 226s. ISBN:0-387-95513-5.
7. *Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus* [online]. Cambridge, UK : © Cambridge University Press, 2011 [cit. 2011-12-12]. Dostupné z WWW: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/british/juggle_1>.
8. FILIPEC, J. ET AL. *Slovník spisovné češtiny pro školu veřejnost: s Dodatkem Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky*. Praha: Academia, 2005, 647s. ISBN 80-2001-446-2.
9. FINNINGAN, D. The bennefits of learning to juggle for children.*The bennefits of learning to juggle for children* [online], 2003 [cit. 2011-11-13]. Dostupné z WWW: <http://www.learntojuggle.net/448%20pdf%20files/Benefits.pdf>.
10. HAIBACH, P. S.; DANIELS, G. L.; NEWELL, K. M. Coordination changes in the early stages of learning to cascade juggle. *Human Movement Science* [online]. 2004, 23, [cit. 2011-11-29]. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.

11. HENDL, J. *Studium významu protektivních funkcí pohybových aktivit – úvod do problému*. Hošek, Tilinger, 1999, 58-81s.
12. HUYS, R.; DAFFERTSHOFER, A.; BEEK, J. P. Multiple time scales and subsystem embedding in the learning of juggling. *Human Movement Science* [online]. 2004, 23, [cit. 2011-11-29]. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>.
13. IRVING, R., MARTINS, M. *Pathways in juggling*. London: Quantum Publishing, 2001, 128s. ISBN: 0-86288-369-5.
14. JANURA, M. *Úvod do biomechaniky pohybového systému člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. 84s.
15. JANURA, M. ZAHÁLKA, F. *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc: 2004 1. vyd. ISBN 80-244-0930-5.
16. LAND, M. F., TATLER, B. W. *Looking and Acting: Vision and eye movements in natural behaviour*. New York: Oxford Univerzity Press, 2009, 269s. ISBN:978-0-19-857094-3.
17. MAYER, D. *Raban Šimon ben Gamliel ha-Zaken a jeho kolegové*. Maskil, 2010, roč. 9, č. 9. Dostupný z www: <http://www.maskil.cz/5770/9.pdf>.
18. MOLL, R. Learning to Juggle 5 Balls. 1991-11-02 [cit. 2011-11-21]. Juggling.org [online]. Dostupné z WWW: <<http://www.juggling.org/help/numbers/5-balls/learning.html>>.
19. NORDQVIST, Ch. Juggling makes your brain bigger - New Study.. *Medical News Today* [online]. 2004, February 1, [cit. 2011-11-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.medicalnewstoday.com/releases/5615.php>>.
20. RUNDELL M., FOX G. *Macmillan English Dictionary - Second Edition*. London: Macmillan Publishers Limited, 2007. ISBN: 9781405025263.
21. SCHOLZ, J., et al. *Training induces changes in white-matter architecture*. *Nature Neuroscience* [online]. 2009-09-11, 12, [cit. 2011-11-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.nature.com/neuro/journal/v12/n11/full/nn.2412.html>>.
22. *Siteswap*. In *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2004-03-11, last modified on 2011-09-13 [cit.2011-11-21].Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Siteswap>>.

23. SKOPALOVÁ, L. *Vliv žonglování a jiných psychomotorických aktivit na rozvoj jemné motoriky a reakční rychlosti u žáků se symptomy SPU*. Brno, 2010. 63 s. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta.
24. TRÁVNÍKOVÁ, D. *Vliv žonglování a dalších psychomotorických aktivit na rozvoj motorických dovedností a pozornosti u adolescentů se symptomy ADHD, poruch chování a učení*. Brno, 2008. 148 s. Dizertační práce. MU, Fakulta sportovních studií.
25. TRÁVNÍKOVÁ, D. *Žonglování*. Brno: Masarykova univerzita, 2008, 42s. ISBN: 9788021045873.
26. WRIGHT, C. *Introduction to Siteswaps : SiteSwaps How To Write Down A Juggling Pattern: A Guide For The Perplexed [online]*. Copyright (C) Solipsys Ltd, 1996, 2001-06-10 [cit. 2011-11-21]. The Internet Juggling Database. Dostupné z WWW: <<http://www.jugglingdb.com/compendium/geek/notation/siteswap/introduction.html>>.
27. ZAORAL, P. *Průvodce 3D kinematickou analýzou v Simi Motion*. Brno: Masarykova univerzita 2008, 17s.
28. ZIETHEN, K., H. *World greatest juggler*. Berlin, Die Jonglerie Lüft KG, 1996, 144s. ISBN:3-9801140-9-0.
29. ZVONARĚ, Martin - SEBERA, Martin. *Simi motion 3D biomechanická analýza*. Studia sportiva, Brno, FSpS MU Brno. ISSN 1802-7679, 2007, vol. 2/1, no. 1, 116 pp.

Intrnetové zdroje obrázků a videí:

<http://www.juggling.org/books/alvarez/Pics/p9.jpg>

www.juggling.org/papers/evans

<http://www.larsdatter.com/jugglers.htm>

<http://www.youtube.com/watch?v=6XIy8SesD1s>

http://coromandelhistory.co.nz/Pacific_Islands.php

<http://www.jugglers-uk.co.uk/Images/Five-Ball-Bounce-Web.jpg>

www.ministryofmanipulation.com/blog/interview-video-okotanpe-mr-fuse/

<http://www.poi.poi.info/About-Poi/History-of-Poi.htm>

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Juggling_Clubs_Manuel_and_Christoph_Mitasc_h_11_club_passing.jpg

<http://www.jamesallenonf1.com/2011/03/f1-drivers-go-to-extremes-to-make-their-point/picture-79/>

<http://www.its.caltech.edu/~juggling/science.html>

<http://www.ouyeah.net/info/numerology-of-juggling/>

RESUMÉ:

Diplomová práce analyzuje biomechanické aspekty techniky žonglérského triku „kaskáda s pěti míčky“.

V první části jsme shrnuli teoretické aspekty žonglování, jeho rozdělení a možné využití jak pro edukační tak pro sportovní účely.

V samotném výzkumu jsme analyzovali tři různě pokročilé žongléry pomocí 3D biomechanické analýzy a následně porovnávali a měřili vybrané parametry.

SUMMARY:

The thesis analyses biomechanical aspects of the cascade juggling with five balls.

In the first part, we have described theoretical aspects of juggling, it's classification and possible benefits for educational as well as sport training purposes.

In the main research we have analyzed three jugglers with different experience in juggling using 3D biomechanical analysis and then compared and measured selected parameters.

PŘÍLOHY:

Příloha č.1: Písemný souhlas s publikováním údajů všech tří žonglérů.

Souhlasím s publikováním údajů o mé osobě a interpretací výsledků měření, kterých jsem se zúčastnil.

V Brně dne 22. 11. 2011

Podpis:

Dominik Grohman

Souhlasím s publikováním údajů o mé osobě a interpretací výsledků měření, kterých jsem se zúčastnil.

V Brně dne 22. 11. 2011

Podpis:

Josef Kolaja

Souhlasím s publikováním údajů o mém synovi Vašku Pecovi a interpretací výsledků měření, kterých se zúčastnil.

V Brně dne 22. 11. 2011

Podpis zákonného zástupce:

Příloha č. 2:

CD obsahující výstupy z 3D kinematické analýzy v programu SIMI – Motion ve formě obrázků.