

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



**ANALÝZA TECHNIKY PŘEBĚHU PŘEKÁŽKY
V ZÁVODĚ NA 400M PŘEKÁŽEK**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

PaedDr. Vladimír Korbel

Zpracoval:

Martin Drtina

Praha 2010

Abstrakt

Analýza techniky přeběhu překážky v závodě na 400m překážek

Cíle práce:

Hlavním cílem práce je porovnat techniku přeběhu překážky v závodním tempu na trati 400 m překážek u vytipovaných probandů. Úkoly práce jsou vyhodnocení zjištěných kinematických parametrů u každého probanda zvlášť a zjistit jejich nedostatky v technice.

Metoda:

Rozbor techniky přeběhu překážky byl proveden za pomoci 3D kinematické analýzy. Sledované časoprostorové události byly zaznamenány na dvě digitální kamery. Pořízený záznam byl převeden do vhodného digitálního formátu a zpracován v programu TEMA. Pro přehlednější prezentaci výstupních dat z programu TEMA byl použit i program Microsoft Excel.

Výsledky:

U všech třech probandů byly zjištěny nedostatky v technice přeběhu překážky. Dále byly zjištěny rozdíly v technice přeběhu překážky jednotlivých probandů.

Klíčová slova:

Překážka, běh, technika, kinematická analýza

Abstract

Hurdles run technique analysis in the 400m hurdles

Thesis objectives:

The main objective is to compare the technique hurdles run in the race tempo on the track 400 m hurdles at the selected probands. Tasks are identified kinematic parameters separately for each proband and identify their weaknesses in technique.

Method:

Analysis techniques hurdles run was done by using 3D kinematic analysis. Observed space-time events were recorded on two digital cameras. Records was transferred to a suitable digital format and processed in the program TEMA. For a clearer presentation of output data from the TEMA program was used Microsoft Excel.

Results:

In all three probands were found deficiencies in hurdles run technique. Further differences were found in the hurdles run technique of each other probands.

Keywords:

Hurdle, run, technique, kinematic analysis

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze uvedenou literaturu.

V Praze, dne 14.3.2010

Martin Drtina

.....

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce PaedDr. Vladimíru Korbelovi za poskytnutí cenných rad a připomínek při zpracovávání diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Mgr. Miloši Krejčíkovi za poskytnutí techniky a panu Ing. Františkovi Zahálkovi Ph.D. za pomoc při zpracovávání výsledků kinematické analýzy.

OBSAH

Úvod.....	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	
1. Vývoj disciplíny.....	10
2. Charakteristika disciplíny 400m překážek.....	11
3. Struktura sportovního výkonu.....	12
3.1. Somatické předpoklady.....	13
3.2. Kondiční příprava.....	13
3.2.1. Rychlostní schopnosti.....	13
3.2.2. Vytrvalostní schopnosti.....	14
3.2.3. Silové schopnosti.....	15
3.3. Psychologické příprava.....	16
3.4. Taktika.....	16
3.5. Technika.....	18
3.5.1. Start na první překážku.....	19
3.5.2. Přeběh překážky.....	19
3.5.3. Technika na překážkách v zatáčce.....	22
3.5.4. Krokový rytmus.....	22
3.5.5. Rozložení sil.....	23
4. Výkon v soutěži a jeho analýza.....	23
II. VÝZKUMNÁ ČÁST	
5. Cíl a úkoly práce.....	26

5.1. Úkoly práce	26
6. Hypotézy	27
7. Metodika práce.....	28
7.1. Zjišťování a zpracování dat.....	28
7.2. Sledované kinematické parametry.....	31
7.2.1. Délkové hodnoty.....	31
7.2.2. Rychlostní hodnoty.....	31
7.2.3. Úhlové hodnoty.....	31
7.3. Zpracování a hodnocení výsledků.....	32
7.4. Hodnocení techniky překážkového běhu.....	35
7.4.1. Kritéria hodnocení.....	35
8. Výsledky práce.....	38
8.1. Rozbor techniky přeběhu překážky jednotlivých probandů.....	38
8.1.1. Proband 1.....	38
8.1.2. Proband 2.....	42
8.1.3. Proband 3.....	45
9. Diskuse.....	49
9.1. Porovnání techniky přeběhu překážky tří probandů mezi sebou.....	49
9.1.1. Vzdálenost odrazu před překážkou, vzdálenost zášlapu za překážkou, délka překážkového kroku.....	49
9.1.2. Švihová noha.....	50
9.1.3. Přetahová (odrazová) noha.....	52

9.1.4. Náklon trupu	54
9.1.5. Poloha osy boků a ramen	55
9.1.6. Poloha paží	56
9.1.7. Rychlosti	57
9.1.8. Celkové pořadí	58
10. Závěr	59
11. Seznam použité literatury	60
12. Přílohy	61

Úvod

Běh na 400 m překážek patří k nejstarším atletickým disciplínám. První závod, se stejným počtem překážek i velikostí mezer mezi překážkami jako je tomu dnes, se běžel v roce 1893 ve Francii.

Vysoké nároky na pohybovou činnost v anaerobním laktátovém energetickém režimu, řadí tuto disciplínu k nejobtížnějším. Základem překážkového výkonu jsou běžecké

schopnosti atleta (speciální vytrvalost, rychlost a vytrvalost). Pro osvojení a zdokonalení překážkové techniky, musí atlet dosáhnout určité úrovně pohyblivosti a obratnosti. Optimální rozložení sil v průběhu celého závodu, které se projeví v jednotlivých rytmických jednotkách, je důkazem dobré taktické připravenosti. Z hlediska techniky přeběhu překážky, musí atlet zvládnout přeběh překážky nejen na rovince, ale také v zatáčce a to s odrazem z levé i z pravé nohy.

Zkoumat motoriku přeběhu překážky pouhým pohledem je velmi náročné. Pomocí kinematické 3D analýzy je možné získat přesné informace, potřebné k detailnímu rozboru techniky. Pomocí počítačových programů, například programu TEMA, je možné vytvořit počítačový model určité situace.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Vývoj disciplíny

Tato disciplína patří mezi nejstarší atletické disciplíny. V programu olympijských her (OH) je zařazován od roku 1900 s výjimkou V. olympijských her ve Stockholmu v roce 1912 (Korbel, 2001).

První zprávy o této disciplíně přicházejí z Ameriky a Anglie, dvou kolébek moderní atletiky. V roce 1860 byl při soutěžích organizovaných v Oxfordu zařazován běh na 400 yardů s překážkami. Jednalo se o běhy s dvanácti překážkami různé výšky: buď 1,06 m (jako pro 120 y) nebo 76 cm (jako pro 220 y) (Korbel, 2001).

Za průkopníky disciplíny jsou považováni Godfrey Shaw (postavil si na své zahradě osobní trať, aby se mohl lépe trénovat) a Američan Chase, kteří nezávisle na sobě prvně

vyzkoušeli trať 440 y s překážkami. Avšak první oficiální závod na autentické trati, ve kterém zvítězil J. Finneran, se uskutečnila v roce 1891 v Americe (Korbel, 2001).

Dva roky poté, na národním šampionátu Francie, se prvně běžel závod na 400 m překážek s deseti překážkami, které byly od sebe vzdáleny 35 m; výška překážek byla 91,44 cm (1 y), vzdálenost od startu k první překážce byla 45 m a mezi 10. překážkou a cílem 40 m. Tato struktura se nezměnila do dnešního dne. Vítěz tohoto závodu H. Tauzin byl až do roku 1900 na evropském kontinentu bez konkurence a zasloužil se o zapsání této disciplíny do programu OH v Paříži. Prvním olympijským vítězem se stal Američan John Tewksbury, časem 57,6 s, který vyhrál rovněž hladkých 200 m za 22,2 s a byl 2. na 60 m, 100 m a na 200 m překážek. V r. 1904 při OH v Saint Louis, kde Evropa v této disciplíně neměla své zastoupení, se Američané vrátili k překážkám vysokých 76 cm, identických pro běh na 200 překážek. O čtyři roky později však organizátoři her opět použili yardové výšky překážek (Korbel, 2001).

2 Charakteristika disciplíny 400 m překážek

Běh na 400m překážek je nejdelší sprinterskou překážkovou trati. Patří k nejobtížnějším atletickým disciplínám. Svými vysokými požadavky na náročnou pohybovou činnost v anaerobním laktátovém energetickém režimu značně zatěžuje organismus. Uvedeným nárokům musí proto odpovídat i tréninková příprava (Korbel, 2001).

Výkon závisí především na běžeckých schopnostech sportovce (na speciální vytrvalosti, rychlosti a vytrvalosti), odrazové síle, speciální pohyblivosti a obratnosti. Běžecké schopnosti jsou základem překážkového výkonu, potřebná úroveň pohyblivosti a obratnosti je předpokladem pro osvojení a zdokonalování překážkové techniky. K tomu dále přistupuje schopnost udržovat rytmický běh na delší vzdálenost, cit pro délku kroku a dobrá nervosvalová koordinace. To vše umožňuje racionální přeběh 10 překážek, vzdálených od sebe 35 m, vysokých u mužů 91,4 cm, u žen 76,2 cm (s náběhem 45 m a s doběhem 40 m). Obtížnost trati spočívá v nutnosti běžet celou trať

určitém rytmem a ještě v poslední rovince, ve stádiu značné únavy, se odrazit k překonání dvou překážek (Korbel, 2001).

Technika překážkového běhu zahrnuje nejenom přeběh jednotlivých překážek, ale i celé překonání tratě, která musí být proběhnuta ve správném rytmu s vysokou rychlostní úrovní. Pro osvojení a upevnění správné a účelné techniky překážkového běhu je potřebná vysoká úroveň pohybových schopností, především maximální rychlosti, speciální vytrvalosti, speciální síly, speciální tělesné pohyblivosti, koordinační schopnosti a smyslu pro rytmus (Caha 1979).

Náročnost této nejdelší sprintersko-překážkové disciplíny vzhledem k víceřadovému rytmu vyžaduje od překážkáře (překážkářky) optimální souhrn biologických, motorických a psychických faktorů a jejich účelné uplatnění ve specifických podmínkách (Laczo 1986).

Sportovní výkon v běhu na 400 m překážek je do značné míry limitovaný výkonem na stejně dlouhé hladné vzdálenosti (70 – 75%) zatímco technicko-rytmická připravenost závodníka se na výkonu podílí 20 – 23% (Laczo 1986).

Z morfologického hlediska se na trati 400m překážek uplatňují rychlostně-siloví jedinci s převahou izomorfní komponenty inklinující k ektomorfní komponentě (Dovalil 1982).

3 Struktura sportovního výkonu

400 m př. pro relativně vysokou intenzitu zatížení a dlouhou dobu trvání k fyzicky a psychicky nejobtížnějším atletickým disciplínám (Korbel, 2001).

Sportovní výkon je charakterizován převážnou aktivací ATP – LA energetického systému. Systému, jehož doba trvání je omezena dobou činnosti cca od 35 s do 2 min. jedná se o druh krátkodobé vytrvalosti. Při závodní činnosti tohoto druhu jsou zjišťovány následující údaje (Korbel, 2001).

Tabulka 1: Charakteristika struktury krátkodobé vytrvalosti (Neumann 1998, S. 161)

Srdeční frekvence (min ⁻¹)	Spotřeba kyslíku (% VO ₂ max)	Získávání energie % aerobní % anaerobní	Spotřeba energie kcal.min ⁻¹ kcal celkem	Laktát (mmol.l ⁻¹)	Volné mastné kyseliny (mmol.l ⁻¹)	Močovina v séru (mmol.l ⁻¹)	Cortisol (nmol.l ⁻¹)

KV	190 - 205	95 - 100	47 - 60	59	18 - 25	0,4	5 až 6	200 - 400
35 s - 2 min.			53 - 40	50 - 100				
400 m								
800 m								
400 m př.								

(Korbel, 2001).

Vzhledem k náročnosti tréninkové přípravy se doporučuje speciální příprava až v dospělém věku. Mladí adepti by se měli věnovat v kategorii dorostu hladké čtvrtce a překážkové trati na 300 m a na 400 m užívat jen jako trať průpravnou (Korbel, 2001).

Požadavky na výkon nebo časovou strukturu výkonu se odvozují z průběhu rychlosti překážkáře v soutěži a jejího porovnání s modelovým průběhem. Toto platí jak pro špičkové atlety, tak pro závodníky v nižších tréninkových etapách, i když hlavní tréninkové úkoly jednotlivých etap jsou odlišné (Korbel, 2001).

Z kondičních schopností je nejdůležitější " zásoba" rychlosti v běhu na 400 m (dále na 200 m, 110 m př. a 100 m př.). Výkonnost v běhu na 400 m je limitujícím faktorem pro výkonnost na překážkové čtvrtce (Korbel, 2001).

V soutěži se uplatňují z pohledu tempa na trati různé typy závodníků – rychlostní, střední (čtvrkašské) a vytrvalostní. Podle toho by měl být upraven trénink, při kterém je nutné zvážit všechny klady a nedostatky atleta. Za všech okolností by však trénink měl směřovat k vysoké úrovni speciální vytrvalosti. Běžecový výkon je v jisté míře závislý na odpovídajícím výkonu na hladké trati (statické výzkumy uvádějí 75 %). Čím kvalitnější výkon je dosažen v běhu na 400 m, tím větší jsou výkonnostní možnosti v běhu na 400 m překážek. Platí zde v zásadě totéž, co pro 400 m – požadavek vysoké rychlosti, speciální vytrvalosti, dynamické síly dolních končetin a svalové relaxace. U překážkové trati k tomu přistupuje požadavek na vysokou úroveň pohyblivosti a koordinace pohybů v prostoru a čase. Komplex uvedených pohybových schopností musí překážkář uplatnit v rytmickém běhu s citem pro délku kroku (Korbel, 2001).

3.1 Somatické předpoklady

Košťal, Matoušek, Záhorec (1978) považují antropomorfologické znaky za velmi důležité. Za nejdůležitější ukazatele považují tělesnou výšku, hmotnost těla a délku dolních končetin.

Podle Lazca (1986) se v překážkovém běhu z hlediska somatických předpokladů uplatňují jedinci s výraznou mezomorfní a ektomorfní složkou, kteří dosahují tělesné výšky 182 – 190 cm u mužů, výškově hmotnostní index je 10 – 14 cm u mužů. Relativní hmotnost se pohybuje mezi 390 – 410 g/cm.

3.2 Kondiční příprava

3.2.1 Rychlostní schopnosti

Komplex pohybových schopností provádět krátkodobou pohybovou činnost – maximálně do 15 až 20 s – v daných podmínkách co nejrychleji. Jedná se o činnost nejvyšší možné intenzity (energeticky zajišťuje ATP-CP systém), vyžadující maximální volní koncentraci, bez výraznějšího vnějšího odporu – tedy o nejvyšší možnou individuální rychlost příslušného pohybu či pohybů (Dovalil a kol., 2008).

Z fyziologického hlediska jsou pro rychlostní projevy důležité tyto faktory: vysoký podíl rychle se stahujících (tzv. bledých) vláken ve svalové struktuře, velká rychlost přenosu vzruchu po nervových drahách, vysoký obsah ATP, KP a glykogenu ve svalstvu, zajišťující energetické krytí rychlostních projevů, schopnost rychle kontrahovat, ale též relaxovat svalové jednotky agonistů a antagonistů, výrazná schopnost současně aktivizovat velké množství svalové tkáně, speciální pohyblivost nervosvalových procesů (Millerová, Dostál, Šimon, Vindušková, 1994).

Millerová, Dostál, Šimon, Vindušková (1994) v praxi rozdělují různé druhy rychlosti:

- Akční rychlost, schopnost k maximálně rychlému jednorázovému pohybu, např. náhonu dolní končetiny při odraze, náponu horní končetiny při odvrhu.
- Reakční rychlost, schopnost k rychlému pohybu na vnější podnět.
- Akcelerační rychlost, schopnost dosáhnout maximální rychlosti v nejkratším čase nebo na nejkratší vzdálenosti.
- Frekvenční rychlost, např. schopnost rychlé krokové frekvence.
- Lokomoční rychlost, schopnost k rychlému přemístění těla, např. sprintem.

Úroveň zásoby rychlosti je velmi důležitým faktorem, který spolu s úrovní speciální vytrvalosti ovlivňuje závodní výkonnost. Čtvrťkař – překážkář musí představovat hodnotnou konkurenci pro běžce na 400 m hladkých (Dostál, 1983).

3.2.2 Vytrvalostní schopnosti

Komplex pohybových schopností provádět činnost s požadovanou intenzitou co nejdéle, nebo ve stanoveném čase s co možná nejvyšší a neklesající intenzitou, tj. v podstatě odolávat únavě.

Tabulka 2: Dělení vytrvalostních schopností

Vytrvalost	Převážná aktivizace energetického systému	Doba trvání pohybové činnosti
Dlouhodobá	O ₂	přes 10 min.
Střednědobá	LA-O ₂	do 8-10 min.
Krátkodobá	LA	do 2-3 min.
Rychlostní	ATP-CP	do 20-30 s

(Dovalil a kol., 2008)

Obecná (aerobní) vytrvalost (OV)

Schopnost odolávat únavě při dostatečném zásobování svalů a celého organismu kyslíkem. Jedná se o zatížení, kdy laktátová přeměna organismu je v rovnováze a při činnosti vzniká jen nízký kyslíkový dluh (Korbel, 2001).

Tempová vytrvalost (TV)

Je prostředek k vytvoření základny pro vysokou úroveň **speciální vytrvalosti**.

Podle Korbela (2001) je nejdůležitější pohybovou schopností běžce na 400 m překážek je speciální vytrvalost. Je určující vlastností běžeckého výkonu. Je to schopnost absolvovat závodní trať ve vysokém tempu při zachování plánovaného, pravidelného počtu kroků mezi překážkami. Je uplatňována hlavně od 5. do 10. překážky. Mluvíme o speciální vytrvalosti překážkového výkonu. Trať na 400 m překážek lze přirovnat ke speciální vytrvalosti na 500 – 600 m.

Podle Dostála (Vacula, 1983) je pro závodníky na 400 m překážek důležitá úroveň tempové vytrvalosti. Čtvrtkaž překážkář musí porážet běžce na 400 m hladkých na kontrolních tratích 500, 600 a 800 m.

Rychlostní vytrvalost (RV)

Jedná se o schopnost udržet vysokou intenzitu zatížení při velkém kyslíkovém dluhu, či překyselení organismu laktátem. Pro přizpůsobení organismu na anaerobní zatížení jsou nutné silnější podněty než pro adaptaci organismu na aerobní zatížení (srdce, krevní oběh) (Korbel, 2001).

3.2.3 Silové schopnosti

Komplex pohybových schopností překonávat, udržovat nebo brzdit určitý odpor (Dovalil a kol., 2008).

Z hlediska sportovního výkonu ve sprinterských disciplínách jsou nejdůležitější rychlostně-silové komponenty. Základem silových schopností jsou maximální svalová síla, dynamická síla a výbušná síla. Celkový rozvoj silových schopností je možné považovat za jednu z nejvýznamnějších podmínek zvyšování sprinterské výkonnosti (Glesk, 1986).

Podle Maňaska (1993) je pro výkon na 400 m překážek důležitá speciální síla dolních končetin, která je základním předpokladem správného rytmického zvládnutí běhu mezi překážkami. Zvláště vytrvalost v této speciální síle dolních končetin je významným faktorem.

3.3 Psychologická příprava

Jedna ze složek sportovního tréninku orientující se na psychické komponenty sportovního výkonu (jde o uplatnění psychologických poznatků, užívání pojmu psychologická příprava je již v praxi vžitě). Navzdory tomu že se v její realizaci někdy využívá odborné spolupráce s psychologem, realizátorem a garantem psychologické přípravy zůstává vždy trenér. Nezbytnou podmínkou efektivní psychologické přípravy je aktivní spolupráce samotného sportovce, jak s trenérem, tak i psychologem (Dovalil a kol., 2008).

Podle Korbela (2001) je cílem psychologické přípravy pěstování absolutní sebedůvěry ve zvládnutí trati, která je náročná zvláště na rytmický běh. To předpokládá výběr

psychicky odolných jedinců, závodních typů schopných vysokého pracovního nasazení a optimální reakce na určité podněty. Obsahem psychologické přípravy je regulace a adaptace psychických stavů na podmínky tréninku a soutěží.

Dlouhodobá příprava v oblasti morální a volní přípravy je všeobecně zaměřena na výchovu závodníka se „zdravým srdcem“ čtvrtkaře, rozšířena navíc o cit a agresivnost překážkáře (Korbel, 2001).

Krátkodobá příprava bývá zaměřena na soutěž. Aktuální psychické stavy se regulují do optimálního stavu připravenosti zároveň se snahou vyloučit případné stavy apatie či naopak tzv. startovní horečky (Korbel, 2001).

U běhu na 400 m překážek je zvláště důležité budování sebedůvěry v rytmické zvládnutí celého závodu bez „drobení“, umět zareagovat na změny počasí, nevytvořit si „komplex“ z některé překážky atd. K tomu je vhodné uměle navazovat těžší podmínky než v závodě (např. 11 překážek), neulevovat si. Proto bychom měli překážkáře vybírat z typů silných, klidných jedinců s velkou pracovní kapacitou a optimální reakcí na určité podněty (Korbel, 2001).

3.4 Taktika

Schéma (soubor) možných řešení soutěžních situací, vlastní realizace strategie. Tvoří ji komplex poznatků a zkušeností (taktické vědomosti) o vedení sportovního boje a jejich praktické uplatnění (taktické dovednosti) s cílem dosáhnout optimálního, plánovaného výsledku.

Zahrnuje:

- systematický přehled forem, prostředků a způsobů vedení sportovního boje, zpracovaný konkrétně pro každé sportovní odvětví, resp. disciplínu,
- přehled o podmínkách boje a způsobech jejich analýzy (týká se analýzy vlivů přírodních a materiálně technických podmínek, analýzy činnosti soupeřů i vlastních možností),
- stanovení úkolů, prostředků a způsobů boje v konkrétních podmínkách a proti konkrétnímu soupeři (Dovalil a kol., 2008).

Běh na 400 m překážek vyžaduje vysoké požadavky na taktickou připravenost závodníka jako málokterá atletická disciplína. Tato příprava úzce souvisí s tělesnou,

technickou a psychologickou připraveností. Proto se zde většinou uplatňují vyzrálí závodníci (Korbel, 2001).

Vlastní taktická připravenost překážkáře v širším smyslu vyjadřuje jeho vztah k ostatním závodníkům v průběhu závodu. Závodník by měl znát výkonnost soupeřů, jejich přednosti i nedostatky. Měl by zvyšovat svou odolnost proti rušivým vlivům, např. změněným povětrnostním podmínkám, stavu dráhy, hluku diváků apod. (Korbel, 2001).

Cílem taktického zvládnutí závodu je optimální rozložení sil v průběhu celého závodu. To se projevuje ve správném běžeckém rytmu a rychlosti jednotlivých rytmických jednotek. Je důležité nevypouštět běžecké nasazení mezi překážkami, protože při rytmickém běhu je těžší zrychlit než při hladkém běhu (Korbel, 2001).

Tabulka 3: Časy rytmických jednotek u J. Mužíka při vytvoření českého rekordu (s)

400 m př.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	doběh
48,27 (el.)	5,9	3,8	3,7	3,9	4,1	4,2	4,3	4,3	4,5	4,5	5,2
48,08 (r.)					21			34			

(Korbel, 2001).

Takticky vrcholně připravený závodník by měl umět „běžet na sebe“ i při vylosování poslední dráhy (Korbel, 2001).

3.5 Technika

Vlastním účelem překážkového běhu je proběhnutí celé trati v nejkratším čase. Hlavní zásadou je běžet tak, aby vertikální a horizontální výkyvy těžiště při běhu překážek byly co nejmenší, let přes překážky co nejkratší a rychlost pohybu vpřed při dokrocích za překážkami co nejplynulejší. Nejúčinnější tedy bude takový běh přes překážky, při kterém se bude dráha těžiště co nejvíce blížit dráze těžiště při hladkém běhu (Kněnický 1977).

Při správné technice jsou bočné výkyvy těžiště jako při hladkém běhu minimální. Vertikální výkyvy těžiště jsou dány rozdílem mezi výškou horní hrany překážky a polohou těžiště jednotlivých překážkářů, tj. tělesnou výškou překážkáře. Přesněji řečeno výškou jeho rozkroku. Vyšší tělesná výška znamená tedy lepší předpoklady pro

dosazení vyššího výkonu. Čím vyšší má překážkář postavu, tím více může přiblížit přeběh překážky běžeckému kroku (Kněnický 1977).

Dráha těžiště překážkáře má za přeběhu překážky přibližně tvar paraboly. Její vrchol je před rovinou překážky, což je výhodné pro aktivní pohyb švihové nohy při dokroku za překážku (Kněnický 1977).

Z hlediska rychlosti postupného pohybu je nejvýhodnější, je-li dráha těžiště těla při přeletu co nejplošší. Dráha těžiště bude tím plošší, čím bude větší rychlost pohybu těžiště, čím vyšší bude poloha těžiště v okamžiku odrazu (výhoda vysoké postavy) a čím vzdálenější bude místo odrazu od překážky. Plochost dráhy těžiště při přeběhu překážky je kritériem správné techniky přeběhu (Kněnický 1977).

Pro rychlost přeběhu je nejdůležitější odrazová fáze, protože určuje dráhu těžiště v letové fázi, kterou již překážkář v této bez oporové fázi nemůže ovlivnit. Veškeré pohyby části těla za letu jsou možné jen kolem těžiště a musí být vzájemně kompenzovány. Jejich úkolem je přenést jednotlivé části těla přes překážku co nejúčelněji (zejména přetahovou nohu) a při dokroku udržet rovnováhu pro plynulé pokračování v běhu mezi překážkami (Kněnický 1977).

Rozdíl mezi výkonem na hladké a překážkové trati je nejen důsledkem kolísání rychlosti při přebězích překážek, ale také důsledkem celkově pomalejšího tempa, protože deset překážek brání běhu normálním sprintem. K poklesu rychlosti dochází zejména při odrazu na překážku (Kněnický 1977).

3.5.1 Start na první překážku

Akcelerační vzorec a model kroků k první překážce je důležitý pro stanovení překážkového rytmu na prvních překážkách. V 45 m náběhu k první překážce by měl závodník již předem rozhodnout, na základě praktických zkušeností, jaký počet kroků udělá k první překážce, aby si zajistil úspěšný přechod k sprinterskému běhu mezi překážkami (Korbel, 2005).

Nejlepší mužští překážkáři užívají 20 – 22 kroků v náběhu k první překážce. Jestliže překážkář užívá sudý počet kroků v náběhu k první překážce, vedoucí (švihová) noha je v zadním bloku, jestliže překážkář používá v náběhu lichý počet kroků švihová noha bude v předním bloku (Korbel, 2005).

Tabulka 4: Optimální počet kroků k první překážce s odpovídajícím modelem kroků mezi překážkami (Korbel, 2005)

Počet kroků k 1. překážce	Počet kroků mezi překážkami
20	13
21	13
22	13 - 14
23	14 - 15

Počítání kroků při náběhu na 1. překážku je cennou pomůckou nejen pro začátečníky, ale i pro vrcholové atlety na začátku závodního období.

Postavení bloků na startu by mělo zajistit akceleraci na prvních 30 m a v zásadě není odlišné od běžců na 400 m. Po 30 m by se měl překážkář soustředit na první překážku a udělat nezbytnou úpravu v krokovém náběhu.

Pro zajištění nejen kvalitního startovního náběhu, ale i běžeckého rytmu je vhodné nacvičovat vzdálenost 80 m, tedy 2 překážky (Korbel, 2005).

3.5.2 Přeběh překážky

Překážkový běh je sprintem. Nejefektivnější technika je taková, která se co nejvíce blíží sprintu. Je důležité mít představu o tom, v jakém rytmu se běh mezi překážkami s následným odrazem na překážku bude realizovat. Ve skutečnosti se jedná o 4 krokové jednotky, při čemž poslední překážkový krok je jen o něco prodloužený (Korbel, 2003).

Všechny pohyby je nutné provádět v jedné linii. Je důležité dbát na přímé vedení švihové nohy a útok na překážku vést ostrým kolenem. Pozoruje-li trenér své svěřence zepředu, je vhodné postavit překážky tak, aby třetina překážky přesahovala linii dráhy. Tak může zjistit, zda všechny pohyby atleta jsou prováděny v přímém směru. Pohyby dolních a horních končetin do stran vedou ke ztrátě rychlosti (Korbel, 2003).

Při pozorování běžce při přeběhu překážky ze strany sledujeme, zda se jeho hlava při přeběhu překážky nevzdaluje od země. Hlava by se měla vůči zemi, díky útoku na překážku a hlubokému náklonu, spíše přibližovat. Kdo přebíhá se zvednutou hlavou, spíše překážky přeskakuje. Pravděpodobně se odráží blízko překážce, což následně neumožňuje dostatečný náklon (Korbel, 2003).

Běžecká práce paží. Požadujeme, aby paže byly vedeny u těla jako při sprintu. Při přeběhu překážky se pohybuje vedoucí paže aktivně dopředu dolů, paže na straně švihové je pasivnější, udržuje se u boku a zajišťuje rovnováhu (Korbel, 2003).

Stehno přetahové nohy je v okamžiku přechodu přes překážku paralelně s překážkou a mělo by tvořit s trupem běžce alespoň pravý úhel.

Horizontální pohyb přetahové nohy. Koleno při přechodu přes překážku nemá být zvednuto, jinak bérec přetahové nohy padá dolů. Kotník pak naráží do překážky a běžec ztrácí rovnováhu. Segment koleno – bérec – chodidlo musí být přetahován převážně v horizontální rovině (Korbel, 2003).

Optimální vzdálenost odrazu na překážku. Při pohledu ze strany může trenér jasně vidět rytmus kroků a místo odrazu na překážku. Jedna z chyb je příliš blízký odraz před překážkou. Vzdálenější odraz na překážku umožňuje plošší dráhu letu těžiště těla a rychlejší dokrok za překážkou. Současně nutí k většímu náklonu trupu při útoku na překážku a umožňuje, aby koleno švihové nohy bylo vedeno před překážkou do optimální výšky. Vzdálenost místa odrazu na překážku je individuální, záleží na délce končetin, odrazové schopnosti, rychlosti běhu, náklonu trupu apod. Zhruba platí vztah, že 2/3 překážkového kroku leží před překážkou a 1/3 za překážkou. Zásada spočívá v tom, že švihová noha musí mít dostatek prostoru, aby se vyloučil kontakt s překážkou. Pokud by se překážkář odrazil blízko překážky, narazil by patou švihové nebo kolenem přetahové nohy do překážky (Korbel, 2003).

Při přeběhu překážky se pohybuje **švihová noha** vědomě dolů vzad švihem. Překážkář se snaží jakoby „škrtnout“ chodidlem o zem. Švihová noha tedy není pasivní. Tím je dosahováno rychlého dokroku a lze pokračovat aktivně ve sprinterském pohybu vpřed (Korbel, 2003).

Pružný dokrok. Když je koleno při dokroku příliš „tuhé“ a chodidlo se nachází příliš daleko před těžištěm, dochází ke značné ztrátě rychlosti. Dokrok má být proveden na přední části chodidla a pata se nemá dotýkat země. To je značně obtížné a vyžaduje to čas a trpělivost. Těžiště těla má být při dokročení švihové nohy na zem nad chodidlem (Korbel, 2003).

Hlava nesmí být vztyčena. Doporučuje se směřovat pohled atleta při přebíhání překážky k přebíhané překážce nebo sledovat celou sadu překážek, aby se udržel přímý směr běhu a rovnováha. V žádném případě nesmí být hlava vztyčena (Korbel, 2003).

Časování pohybu přetahové nohy při přeběhu překážky. Přetahová noha začíná pohyb po odrazu na překážku dopředu stranou, až když chodidlo švihové nohy mijí prkénko překážky (Korbel, 2003).

Souhra pohybu. Zdůrazňuje se přirozený, plynulý, rytmický, synchronní pohyb. Jednou z nejčastějších chyb je, když koleno přetahové nohy začíná přetah příliš brzy a celá koordinace přeběhu překážky je narušena. Po odrazu by měla být přetahová noha pasivní do doby, než chodidlo švihové nohy dojde nad překážku, odkdy pracuje aktivně dolů. Od tohoto bodu pracují obě společně a současně. Přetahová noha jde horizontálně dopředu a švihová noha dolů dozadu. Když přetahová noha začíná svoji práci příliš brzy, je přednost této souhry narušena. Pokud obě nohy neprovádí stříh současně, pohyby nejsou vybalancované a dostatečně rychlé (Korbel, 2003).

Bérec přetahové nohy je přetahován horizontálně, aby chodidlo v kotníku „neviselo“ dolů. To zajišťuje, aby prsty a špička chodidla nezavadily o překážku a koleno se nezvedalo příliš vysoko (Korbel, 2003).

Úhel odrazu a rychlost odrazu

Doporučujeme učit odrážet se na překážky, zvláště u mužských složek, až s extrémním náklonem trupu, ramen, včetně hlavy. Prsa se pak téměř dotýkají stehna švihové nohy. Těžiště těla nenachází vpředu před tělem. Následkem toho jde pak síla odrazu trochu mimo těžiště, vzhůru za něj. Tím vzniká důležité otáčení okolo příčné osy těla dopředu dolů a způsobuje plochou křivku letu a rychlý dokrok za překážkou. Čím intenzivnější je odraz z přední části chodidla při ostrém náklonu těla, tím plošší je křivka letu a tím více je ulehčeno dokročení běžce. Vyšší rychlost otáčení tedy způsobuje rychlejší dokrok (Korbel, 2003).

Aktivní dokročení švihové nohy za překážkou

Jakmile pata švihové nohy mýjí překážku, je aktivně tlačena dolů a vzad. Při dokroku je švihová noha natažená, aby dokročila co nejdříve. Zatímco je švihová noha vedena dolů vzad, probíhá současně protipohyb trupu vzhůru vzad. Napřimování trupu současně s pohybem švihové nohy se děje jen do okamžiku, než trup zaujme pozici jako při sprintu. Trup zůstává stále v lehkém náklonu, který je nutný pro další běh mezi překážkami (Korbel, 2003).

3.5.3 Technika na překážkách v zatáčce

Překážkáři, kteří přebíhají přes překážky vedoucí (švihovou) levou nohou mají výhodu v dokroku za překážkou blízko své vnitřní lajny. A pokud běží přes překážky celou zatáčku stále švihovou levou nohou šetří cenné metry oproti těm, kteří mají nastavený

odraz na překážky opačně (z levé nohy) a dokračují v tom případě vedoucí pravou švihovou nohou k vnější lajně. Biomechanici spočítali, že jestliže překážkář je schopen při 20 krokovém rytmu v zatáčkách běžet o 24 cm blíže vnitřní lajně (čtyři z pěti překážek) získá oproti svému protivníkovi celý metr tj, cca 0,12 – 0,13 s (Korbel, 2005).

3.5.4 Krokový rytmus

Běh na 400 m překážek vyžaduje od atleta značné závodní zkušenosti. Atlet může dosáhnout v závodě rychlejších časů pokud realizuje předpokládaný rytmus, vyhovující jeho vlastním možnostem. Ideálním krokovým rytmem by byl krokový rytmus s lichým počtem kroků mezi všemi překážkami. Lichý počet kroků (13, 15, 17, 19 atd.) umožňuje závodníkům přecházet přes překážky vždy stejnou vedoucí (švihovou) nohou, která tak může dokračovat při „sběhnutí“ překážky v zatáčce blízko k lajně (Korbel, 2005).

Ale jen ve vzácných případech dokáží překážkáři zvládnout lichý počet kroků celou trať. Ve většině případů překážkáři musí měnit počet kroků mezi překážkami s důvodu nastupující únavy. Následné snížení rychlosti vede ke zkrácení kroků a atlet si mezi překážkami přidává jeden až dva kroky. U špičkových překážkářů dochází obvykle ke změně rytmu na sedmé překážce (Korbel, 2005).

Existují v zásadě tři možnosti změny. Doporučuje se jen jedna změna, např. při přeměně z 13 kroků na 14 kroků. Při dvojí změně dochází pak např. k úpravě ze 13 kroků na 14 a pak na 15 kroků, resp. znovu na 13 kroků. U nejzkušenějších překážkářů, kteří neovládají schopnost odrážet se na překážky z obou nohou pak dochází k drastickému zkrácení kroku na několika metrech a změně ze 13 krokového rytmu na 15 krokový rytmus mezi překážkami (Korbel, 2005).

3.5.5 Rozložení sil

K účelnému rozložení sil slouží měřené záznamy dokroků za jednotlivými překážkami. Každý běžec v průběhu závodu ztrácí pozvolna svou rychlost a narůstá mu čas na jednotlivých mezerách mezi překážkami. Největší odchylky od rovnoměrného tempa vznikají při změnách běžeckého rytmu mezi překážkami. Čtvrtá překážka v běhu na 400 m překážek je na 150 m, přesně na 3/8 její délky. Dokrok za touto překážkou je obvykle indikátorem rozložení sil na počátečním úseku tratě. Dalším indikátorem je čas na 200 m a jeho podíl na celkovém čase. Optimální rozdíl mezi první a druhou dvoustovkou by

neměl být větší než 5%, což je asi 2,4 s při času 48,0 nebo 2,5 s při času 50,0 s (Korbel, 2005).

4 Výkon v soutěži a jeho analýza

Jaká je současná světová a národní úroveň v běhu na 400 m překážek? Světový a český rekord v mužské a ženské kategorii je uveden v kontextu s ostatními sprinterskými disciplínami a nejbližší delší olympijskou tratí – během na 800 m v tab. 5 a 6.

Tabulka 5: Světové rekordy ve vybraných atletických disciplínách a časové diference mužů a žen v běhu na 400 m př. a 400 m

Disciplína SR	M			Ž			% SR mužů
	Čas (s)	Rychlost (v) (m.s ⁻¹)	Rok	Čas (s)	Rychlost (v) (m.s ⁻¹)	Rok	
100 m	9,69	10,32	2008	10,49	9,53	1988	93,8
200 m	19,30	10,36	2008	21,34	9,37	1988	90,53
400 m	43,18	9,24	1999	47,60	8,40	1985	90,94
800 m	1:41,11	7,91	1997	1:53,28	7,06	1983	89,25
110/100 př.	12,87	8,54	2008	12,21	8,19	1988	96,12
400 m př.	46,78	8,51	1992	52,34	7,64	2003	89,18

Tabulka 6: České rekordy ve vybraných atletických disciplínách

Disciplína ČR							% ČR mužů
	Čas (s)	Rychlost (v) (m.s ⁻¹)	Rok	Čas (s)	Rychlost (v) (m.s ⁻¹)	Rok	
100 m	10,24	9,77	1997	11,09	9,02	1981	92,42
200 m	20,60	9,71	2008	21,97	9,10	1981	93,81
400 m	45,77	8,74	1978	47,99	8,34	1983	95,42
800 m	1:44,84	8,10	1998	1:53,28	7,06	1983	87,16
110/100 př.	13,29	8,28	2008	12,73	7,86	2009	93,87
400 m př.	48,27	8,28	1998	54,90	7,29	2009	87,79

(Korbel, 2001).

Současná diference mezi světovým rekordem v běhu mužů a žen na 400 m př. činí 5,83 s, v běhu na 400 m 4,31 s. uvedený rozdíl ukazuje na reálné možnosti výkonnostního rozvoje v běhu na 400m překážek žen.

Tabulka 7: Charakteristika mužů a žen v běhu na 400 m překážek (John, aj. 1992, s. 32)

	SR (s)	ER (s)	Zrychlení	Max. rychlost (m.s ⁻¹)	Rychlost (v) (m.s ⁻¹)	Rytmus a prům. délka kroku (m)	Kroková frekvence (n.s ⁻¹)	Počet kroků (n)	Reakční čas (s)
400 př. M	46,78	47,37	do 1. - 2. př.	9,25	8,55	12:2,68 13:2,45 14:2,27 15:2,13 16:2,00 17:1,85 18:1,64	3,25 - 3,50	k 1.př. 20/21 153 - 62	0,18 - 0,23
400 př. Ž	52,61	52,74	do 1. - 2. př.	8,5	7,6	dtto mimo 12 - 13 krok. rytmu	3,50 - 3,60	k 1.př. 22/23 187 a méně	0,20 - 0,30

(Korbel, 2001).

Analýza úspěšných překážkářů ukazuje, že v době od 15 do 19 let, tedy v etapě speciálního tréninku, vytvořili podstatné základy pro svůj individuální sportovní vývoj. Ale prezentovali se již rovněž dobrými výsledky ve vlastní disciplíně či v okruhu blízkých disciplín. Ukazuje se, že přínos v tréninku v etapě speciální přípravy rozhoduje v podstatné míře o výšce a stabilitě výkonu v etapě vrcholové přípravy.

Tabulka 8: Vývoj sportovního výkonu

Jméno/věk	Disciplína	15	16	17	18	19	20	21	22
Harald Schmid	400 m př. (s)			54,90	51,80	49,61	48,85	48,83	47,85
Hartmut Weber	400 m (s)	53,0	48,90	47,40	46,60	45,77	45,87	45,27	44,72
300/	400 m př. (s)		37,70	53,00	51,52	49,95	49,70	50,40	49,10

Jiří Mužík	400 m př. (s)						48,27	48,83	
	400 m (s)			49,92	47,73	46,74	45,92	45,78	
	200 m (s)	22,5	22,81	22,66	21,90	21,65	21,11	21,06	
	100 m (s)	11,33	11,35	11,1	11,15	11,19	10,77		
	dálka (cm)	659	726	719	726	706		722	
	trojskok (m)	14,61	14,90	14,99	15,34	15,55			
	100/110 př. (s)	15,71	14,71	15,80	15,77				

(Korbel, 2001).

VÝZKUMNÁ ČÁST

5 Cíle a úkoly práce

Cílem práce je analyzovat techniku přeběhu 4. překážky v běhu na 400 m př. u vybraných probandů a zjistit rozdíly a nedostatky v technice.

5.1 Úkoly práce

1. Prostudovat zadanou literaturu.
2. Na atletických soutěžích, u vybraných probandů, získat pomocí videokamer potřebné kinematické údaje.

3. Porovnat určené biomechanické parametry.
4. Na základě 3D analýzy, pomocí programu TEMA, analyzovat videozáznam prostřednictvím zvolených biomechanických parametrů.
5. Posoudit techniku přeběhu překážky jednotlivých probandů.

6 Hypotézy

1. Předpokládáme, že existují rozdíly v technice jednotlivých probandů.
2. Předpokládáme, že hlavním problémem bude blízký odraz na překážku a nedodržení optimálního poměru vztahu odrazu na překážku a dokroku za překážkou.

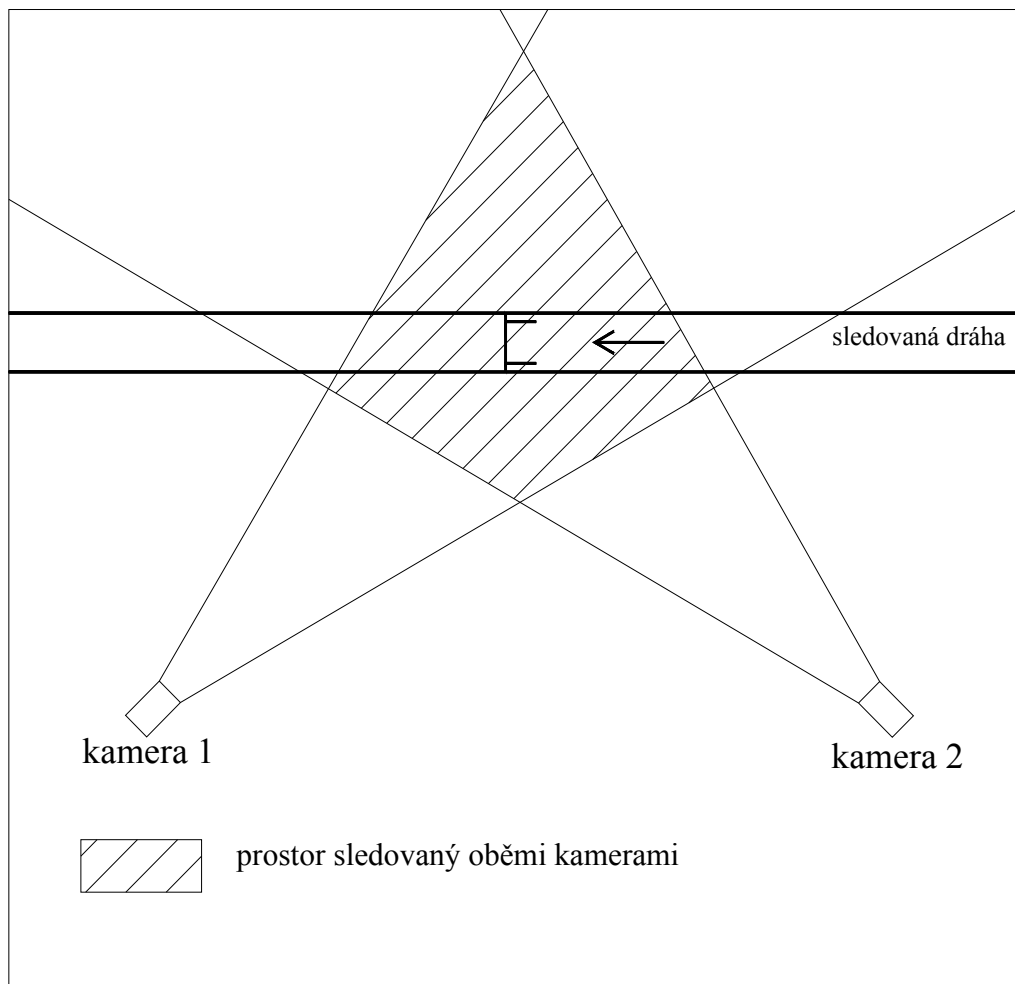
7 Metodika práce

7.1 Zjišťování a zpracování dat

Kinematická analýza byla provedena ve spolupráci s pracovištěm FTVS UK – Laboratoř sportovní motoriky a s firmou CASRI.

Pracovníci CASRI pořídili videozáznamy na Mistrovství ČR družstev juniorů a juniorek v Praze dne 4.10.2008. Pro naši práci jsme vybrali 4. dráhu, do které jsou nasazováni papíroví favorité jednotlivých běhů. Pomocí dvou kamer, které byly

postaveny dle obrázku 1, kde osy kamer byly na sebe přibližně kolmo a zabíraly tak daný prostor ze dvou pohledů, byly natočeny záznamy třech běžců.



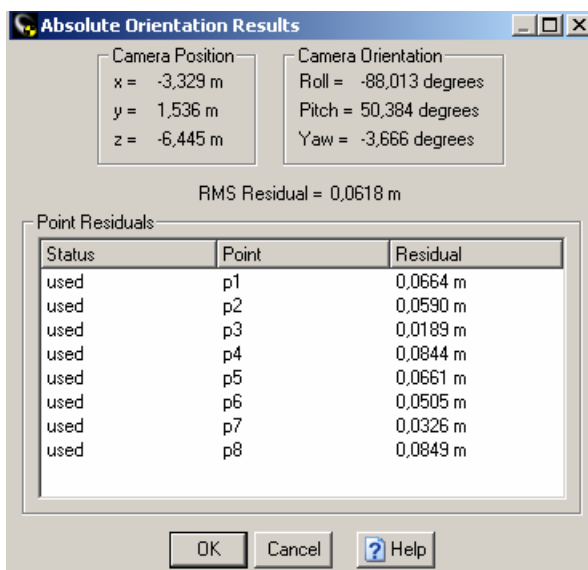
Obr. 1 – Postavení kamer

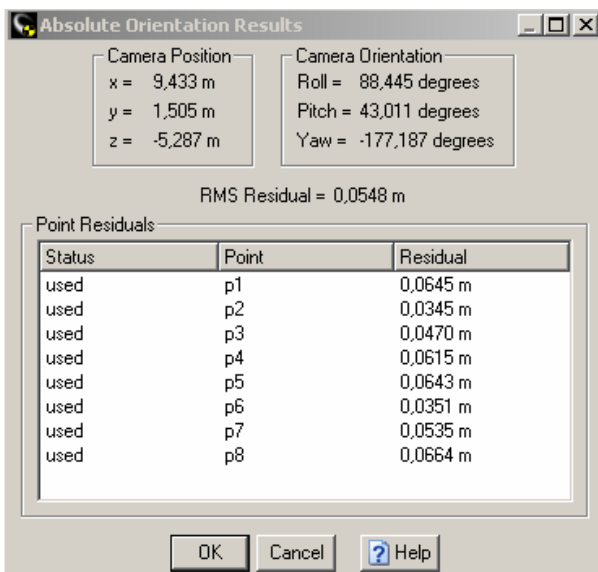
Kalibrace sledovaného prostoru byla realizována pomocí dvou kvádrů o rozměrech 2x2x1m, které byly umístěny do sledovaného prostoru (obrázek 2).



Obr. 2 – Umístění kalibračních krychlí

Pomocí metody DLT byly vypočteny prostorové souřadnice kalibračních kvádrů. Dosazením původních souřadnic do výpočtu lze pak určit prostorovou chybu rekonstrukce.

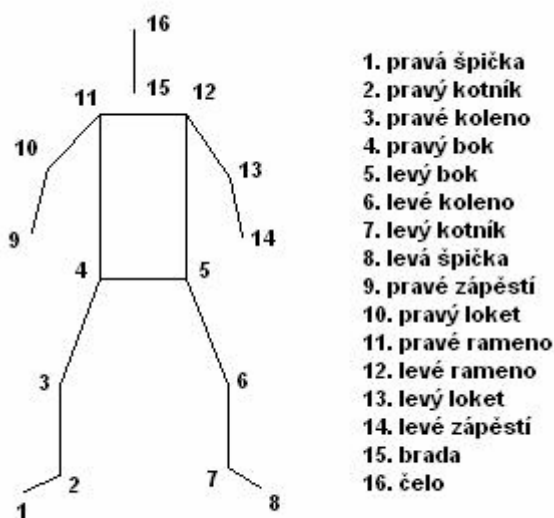




Obr. 3 – Střední odchylka souřadnic

Střední odchylka souřadnic vyjádřená jako RMS se pohybovala okolo 0,06m pro oba kalibrační kvádry (obrázek 3). Vzhledem k reálné šíři celého záběru, která činí 8 m lze takto vyjádřit prostorovou chybu rekonstrukce jako 0,75%.

Na těle závodníka byly vybrány významné body reprezentující základní kloubní spojení a jinak významné body pro popis polohy těla a jeho segmentů (obrázek 4).



Obr. 4 – Body těla zadávané do počítače

Zadávaní bodů na těle závodníka realizoval zaškolený operátor a subjektivní chyba nepřevyšovala vypočtenou chybu rekonstrukce (Janura, Zahálka 2004).

7.2 Sledované kinematické parametry

7.2.1 Délkové hodnoty

- vzdálenost odrazu před překážkou (poslední kontakt špičky odrazové nohy s drahou)
- vzdálenost dopadu za překážkou (první kontakt špičky švihové nohy s drahou)
- výška ramen
- výška boků
- výška kolene přetahové nohy nad překážkou
- výška kotníku přetahové nohy nad překážkou
- rotace boků (vzdálenost boků od roviny YZ)
- rotace ramen (vzdálenost ramen od roviny YZ)
- průběh švihové nohy (vzdálenost boku, kolene, kotníku švihové nohy od roviny XY)

7.2.2 Rychlostní hodnoty

- rychlost švihové nohy při odrazu, nad překážkou, při dopadu
- rychlost přetahové nohy při odrazu, nad překážkou, při dopadu

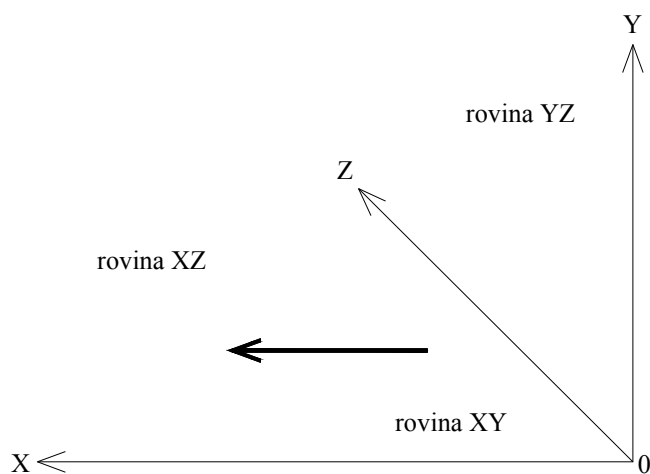
7.2.3 Úhlové hodnoty

- úhel v koleni švihové nohy
- úhel v koleni přetahové nohy
- úhel v lokti pravé ruky
- úhel v lokti levé ruky
- náklon trupu na pravé straně

- náklon trupu na levé straně
- úhel v boku na pravé straně
- úhel v boku na levé straně

7.3 Zpracování a hodnocení výsledků

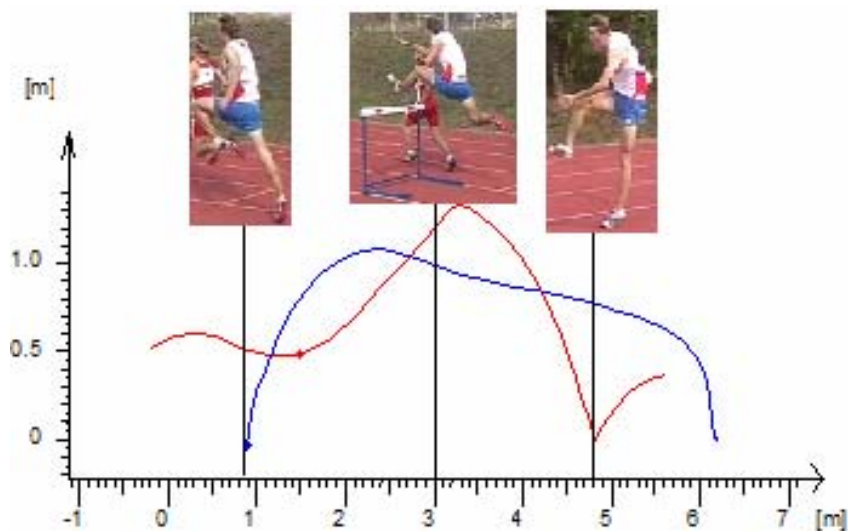
Nejprve jsme vytvořili pravoúhlý systém souřadnic, jehož počátek je na úrovni běžecké dráhy (obrázek 5). Překážka je ve vzdálenosti 3m na ose X. Výška jednotlivých bodů je výška nad podložkou a ve směru osy Y. Získané hodnoty byly vztahovány k jednotlivým rovinám nebo k osám X, Y, Z. Roviny jsou označeny XY, XZ, YZ (obrázek 5).



Obr. 5 – systém souřadnic

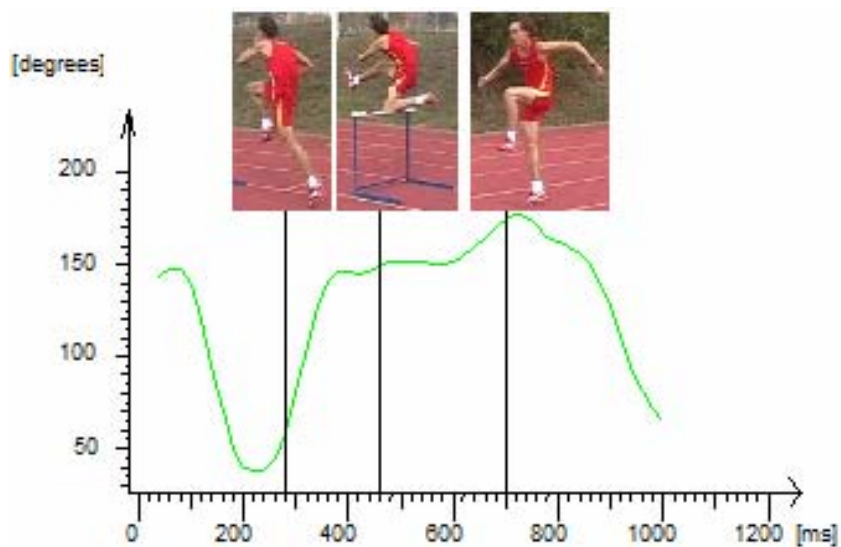
Hodnoty potřebné pro naši práci, byly z počítače získávány pomocí grafů, z nichž jsme odečítali hodnoty ve 3 polohách (při odraze, nad překážkou, při dopadu). Všechny údaje jsme získali přímo z příslušného grafu, jen u náklonu trupu jsme tento úhel vypočítali aritmetickým průměrem hodnot pravé a levé strany.

Na obrázku 6 je vidět průběh špičky švihové nohy (červená barva) v rovině XY u 1. běžce. Kde na ose X můžeme odečíst horizontální vzdálenost od zvoleného počátku systému souřadnic a na ose Y výšku bodu od země. Snímky znázorňují reálnou polohu bodu v daném okamžiku. Modrá křivka opisuje průběh špičky přetahové nohy (pravé nohy).



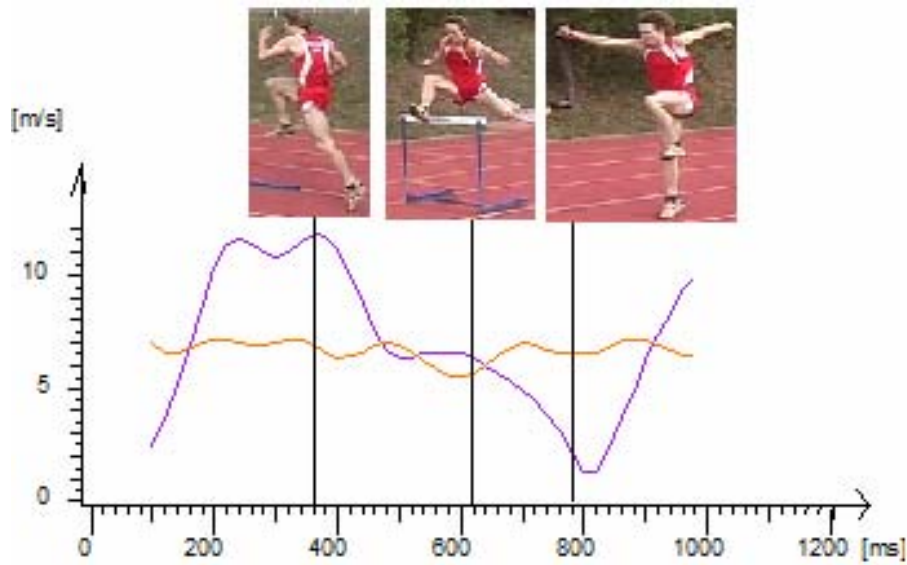
Obr. 6 – graf – průběh pravé a levé špičky

Na dalším grafu (obrázek 7), křivka znázorňuje změny velikostí úhlu v koleni švihové nohy 2. běžce. Hodnoty úhlu odečítáme z osy Y (horizontální).



Obr. 7 – graf – úhel v kolenní švihové nohy

Z posledního typu grafů, které jsme použili, jsme získali hodnoty o změnách celkové rychlosti zadaných bodů. Na obrázku 8 fialová křivka znázorňuje rychlost kotníku švihové nohy, kterou je možné odečíst z osy Y (horizontální). Oranžová křivka udává rychlosti boku na straně švihové nohy.



Obr. 8 – graf – rychlost kotníku a boku švihové nohy

7.4 Hodnocení techniky překážkového běhu

Podle nastudované literatury jsme stanovili kritéria správné techniky přeběhu překážky. Prostřednictvím kritérií jsme hodnotili individuální techniku běžců.

7.4.1 Kritéria hodnocení

Fáze odrazu:

Vzdálenost odrazu od překážky - jedna z chyb je příliš blízký odraz před překážkou. Vzdálenější odraz na překážku umožňuje plošší dráhu letu těžiště těla a rychlejší dokrok za překážkou. Současně nutí k většímu náklonu trupu při útoku na překážku a

umožňuje, aby koleno švihové nohy bylo vedeno před překážkou do optimální výšky. Zhruba platí vztah, že 2/3 překážkového kroku leží před překážkou a 1/3 za překážkou (Korbel, 2003).

Vedení švihové nohy – pohyb je veden přímo nad překážku. Nejčastější chybou je vedení nohy vně nebo dovnitř stranou.

Úhel v koleni švihové nohy – „útok“ na překážku je veden „ostrým kolenem“. Běrec a stehno švihové nohy svírají ostrý úhel a současně je bērec rovnoběžně se stehnem odrazové nohy.

Úhel v koleni odrazové nohy – koleno se při odraze propíná.

Náklon trupu – ostrý úhel mezi trupem a horizontální rovinou, osa ramen výrazně před osou boků. Doporučujeme učit odrážet se na překážky, zvláště u mužských složek, až s extrémním náklonem trupu, ramen, včetně hlavy. Prsa se pak téměř dotýká stehna švihové nohy. Těžiště těla se nachází vpředu před tělem. Následkem toho jde pak síla odrazu trochu mimo těžiště, vzhůru za něj. Tím vzniká důležité otáčení okolo příčné osy těla dopředu dolů a způsobuje plochou křivku letu a rychlý dokrok za překážkou (Korbel, 2003).

Osa boků a ramen – osy jsou v horizontální i vertikální rovině kolmé na směr běhu a rovnoběžné s příčkou překážky.

Poloha paží – vedoucí paže (na straně odrazové nohy) směřuje v před vodorovně se švihovou nohou. Druhá paže se udržuje u boku a zajišťuje rovnováhu.

Letová fáze:

Švihová noha – k největšímu napnutí v koleni dochází dříve, než se chodidlo dostane nad příčku překážky.

Bočný rozštěp stehen – tupý úhel mezi stehny obou nohou než chodidlo švihové nohy přejde přes příčku překážky. Koleno přetahové nohy je za rovinou kyčlí.

Náklon trupu – ostrý úhel mezi trupem a horizontální rovinou (40-50°), osa ramen výrazně před osou boků.

Osa boků a ramen – osy jsou v horizontální i vertikální rovině kolmé na směr běhu a rovnoběžné s příčkou překážky.

Poloha paží – vedoucí paže (na straně odrazové nohy) dokončuje pohyb v před vodorovně se švihovou nohou. Druhá paže se udržuje u boku a zajišťuje rovnováhu.

Střih:

Švihová noha – při přechodu paty přes překážku dochází k mírnému pokrčení v kolenu a pata je aktivně tlačena dolů a vzad.

Přetahová noha – koleno provádí pohyb stranou vpřed. V okamžiku, kdy je stehno vodorovně s příčkou překážky a s trupem svírá přibližně pravý úhel, se dostává před rovinu boků. Ostrý úhel v kolenu, bérec přetahové nohy je v zákrytu za stehnem. Chodidlo je za hýždí, přitaženo k bérce a špička vytočena vně. Koleno a kotník přecházejí těsně nad překážkou.

Náklon trupu – ostrý úhel mezi trupem a horizontální rovinou (40-50°), osa ramen výrazně před osou boků.

Poloha paží – loket vedoucí paže se pohybuje obloukem stranou vzad mírně pokrčená. Druhá paže se udržuje u boku a zajišťuje rovnováhu.

Fáze dokroku:

Vzdálenost dokroku - zhruba platí vztah, že 2/3 překážkového kroku leží před překážkou a 1/3 za překážkou (Korbel, 2003).

Oporová noha – chodidlo dokračuje na špičku a pata se po celou dobu oporové fáze nedotkne podložky. Dochází k pružnému dokroku, kdy se napnutá noha mírně pokrčí v kolenu.

Přetahová noha – koleno je v době dokroku v nejvyšší poloze nad úrovní kyčlí. Bérec se stehnem svírají pravý úhel, který se při plynulém pohybu končetiny vpřed, otevírá. Bérec ve svislé poloze a chodidlo přitaženo k bérce.

Náklon trupu - trup zůstává stále v lehkém náklonu, který je nutný pro další běh mezi překážkami (Korbel, 2003). Ramena nad místem dokroku.

Osa boků a ramen – osy jsou v horizontální i vertikální rovině kolmé na směr běhu a rovnoběžné s příčkou překážky.

Poloha paží – vedoucí paže je ohnuta do pravého úhlu a ve výši ramen. Druhá paže běžecky vpřed.

8 Výsledky práce

8.1 Rozbor techniky přeběhu překážky jednotlivých probandů

8.1.1 Proband 1

Jméno: Vaněk Petr

Rok narození: 89

Oddíl: TJ Sokol Opava

Výsledný čas v závodě: 54,01s

Odrážová (přetahová noha): pravá

Švihová noha: levá

Fáze odrazu

Odraz na překážku vycházel z přední části chodidla a ve vzdálenosti 2,11 m před překážkou. V mužském provedení a podle vztahu, $2/3$ překážkového kroku leží před překážkou a $1/3$ za překážkou, by optimální vzdálenost odrazu měla být okolo 2,5m před překážkou. Správně docházelo k propínání odrazové nohy a v kolenu, kdy velikost úhlu byla 166° .

Stehno švihové nohy bylo vodorovně s podložkou a s bércelem svíralo úhel 46° . Koleno švihové nohy se vychýlilo o 5,5 cm dovnitř od roviny boku. Naproti tomu se kotník vzdálil směrem vně od roviny boku o 4,1 cm a od roviny kolene o 9,6 cm. „Útok“ na překážku byl tedy veden vnějším obloukem kotníku.

Trup byl při odrazu skoro ve vzpřímené poloze. Náklon trupu 82° , na straně švihové nohy dokonce 91° . Hlava v prodloužení trupu, tedy také ve vzpřímené poloze. Trup a stehno na levé straně spolu svíraly úhel 94° , na pravé straně 164° .

Osa boků vychýlena lehce dopředu za švihovou nohou a zhruba vodorovně s podložkou. Levý bok o 10 cm před pravým. Osa ramen byla také vodorovně s podložkou, ale levé rameno o 8,8 cm za pravým. Levé rameno a levý bok nad sebou. Vychýlení osy boků bylo dáno aktivní prací švihové nohy směrem k překážce a osa ramen vychýlena za pravou rukou, která směřovala vpřed, společně se švihovou nohou. Odchytky nebyly nijak výrazné a v dalším průběhu přeběhu překážky nemusí mít záporný vliv.

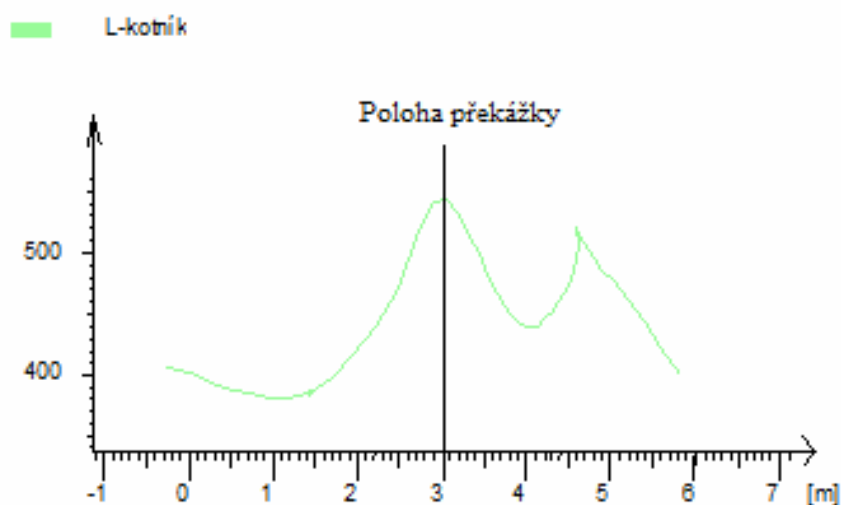
Úhel v lokti pravé ruky 74° . Levá ruka u těla a v lokti příliš velký úhel 139° .

Rychlost boku na straně švihové nohy se pohybovala v rozmezí 1,5 m/s, maximální hodnota 7,8 m/s. Na straně přetahové nohy v rozmezí 2 m/s a měla vzrůstající tendenci. Při odraze byla rychlost kolene švihové nohy 10,6 m/s a kotníku 12,4 m/s. Rychlost kolene přetahové nohy 5,2 m/s a boku 6,9 m/s.

Naměřené a popsané hodnoty ukazují na dobře provedený odraz.

Letová fáze

Švihová noha nedostatečně propnuta a pata směřovala vysoka nad příčku překážky. Kotník švihové nohy přechází z vnějšího oblouku na vnitřní, nejvíce vychýlen je nad příčkou překážky (obrázek 9).



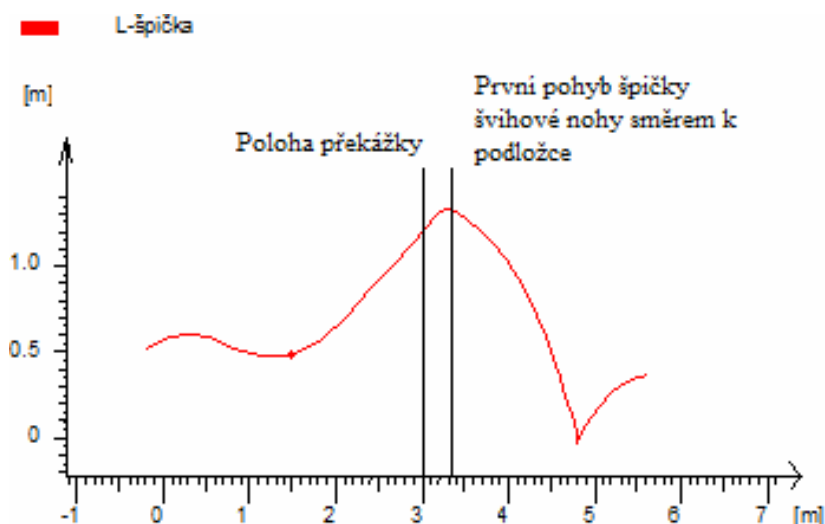
Obr. 9 – dráha letu kotníku na švihové noze

Brzy začala pracovat přetahová noha. V době kdy je kotník švihové nohy nad příčkou překážky je stehno přetahové nohy přibližně kolmo k podložce a s bérce svírají pravý úhel.

Vychýlení osy boků se ještě zvětšilo směrem za švihovou nohou. Stejně tak i osa ramen změnila svoji polohu. Pravé rameno směřuje dopředu za vedoucí paží, u které došlo ke zvětšení úhlu v lokti. Naopak levé rameno směřuje dozadu za paží, která je napnutá a provádí nežádoucí pohyb vzad vnějším obloukem.

Stále malý náklon trupu a vzpřímená hlava.

Při poleze běžce nad překážkou úhel v kolenu švihové nohy 139° . Aktivní „zášlap“ (pohyb chodidla směrem dolů a vzad) začíná přibližně 30 cm za příčkou překážky (obrázek 10). Koleno i kotník vychýleny směrem dovnitř od roviny boku, koleno o 1,9 cm a kotník o 11,9 cm.



Obr. 10 – dráha letu špičky švihové nohy

Stehno přetahové nohy nebylo ve vodorovné poloze s příčkou překážky. Pravý bok 1,27 m nad podložkou, pravé koleno 1,10 m nad podložkou (18,6 cm nad příčkou překážky). Kotník ve výšce 1,13 m nad podložkou (21,3 cm nad překážkou). Bérec v zákrytu za stehnem s úhlem v koleni 28° , pata u hýždí, chodidlo směřovalo šikmo dolů. Trup se stehnem svírali úhel 95° .

Náklon trupu s úhlem $58,5^\circ$ byl stále nedostatečně „ostrý“ a hlava skoro ve vzpřímené poloze. Úhel mezi stehnem švihové nohy a trupem byl 54° .

Odchylna osy boků se zvětšila na 12,5 cm směrem za švihovou nohou. Došlo i k vychýlení od vertikální roviny. Pravý bok o 4,7 cm výše než levý. Naopak odchylna osy ramen se zmenšila a levé rameno bylo za pravým o 5 cm. To zapříčinila práce paží, kdy pravá směřovala vzad a levá vpřed.

Obě paže téměř napnuté a v upažení poníž. Úhel v pravém lokti 126° a v levém 134° .

Rychlost kolene a kotníku švihové nohy se zmenšila na přibližně stejné hodnoty (koleno – 7 m/s, kotník – 6,6 m/s). Oproti tomu se zvětšila rychlost kolene i boku přetahové nohy. Koleno na 10,2 m/s a boku na 7,2 m/s.

Fáze dokroku

Vzhledem k pozdnímu zahájení „zášlapu“ švihové nohy, byl první kontakt s podložkou ve vzdálenosti 1,79 m od překážky. To je podle již zmiňovaného vztahu, 2/3 překážkového kroku leží před překážkou a 1/3 za překážkou, o zhruba půl metru dále.

Dokrok na přední část chodidla, ale v dalším fázi došlo k chybnému kontaktu paty s podložkou (příloh 4). Úhel v koleni švihové nohy v okamžiku prvního kontaktu s podložkou 174° . Dále došlo k mírnému pokrčení a pružnému dokroku. Dokrok veden mírně dovnitř od roviny boků, kdy kotník byl vzdálen od této roviny o 8,2 cm a koleno o 3,1 cm.

Stehno přetahové nohy bylo přibližně vodorovně s podložkou a úhel v koleni 109° . Běrec mírně vykývnutý vpřed, chodidlo správně přitaženo k bérce. Stehno a trup na straně přetahové nohy svírali úhel 80° .

Trup v lehkém náklonu pod úhlem $74,5^\circ$. Na pravé straně náklon trupu 82° , což bylo dáno špatnou prací vedoucí paže. Levé rameno přibližně nad místem dokroku. Hlava ve vzpřímené poloze s předsunutím brady.

V této fázi došlo k největšímu vychýlení osy ramen, v důsledku špatné práce vedoucí pravé paže. Pohyb byl veden vnějším obloukem s téměř nataženou paží. Úhel v lokti 139° . Levá ruka směřovala šikmo k podložce a úhel v lokti byl 123° . Díky tomu se pravé rameno dostalo o 21,3 cm za a o 14,9 cm nad levé rameno. Osa boků stále směřovala levou stranou vpřed o 7,5 cm a o 7,8 cm níže než pravá.

Rychlost kolene oporové nohy 5 m/s, kotníku 2,3 m/s. Koleno a bok přetahové nohy se pohybovali stejnou rychlostí 8,2 m/s.

Při tomto výkonu byly zjištěny rezervy v práci přetahové nohy, která začala brzy pohyb dopředu. Koleno vedeno vysoko nad překážkou a pod úrovní boků. Také pohyb švihové nohy byl chybný, kdy dráha letu kotníku měla esovitý průběh a vůbec nedošlo k propnutí této končetiny. Za velkou chybu považuji malý nebo téměř žádný náklon trupu a vzpřímenou hlavu, dokrok na celé chodidlo oporové nohy a práci paží v letové a dokrokové fázi. Paže vedeny velkým obloukem stranou a téměř napnuté. To mělo za následek rotaci ramen a již zmiňované vzpřímení trupu.

8.1.2 Proband 2

Jméno: Blahůt Matěj

Rok narození: 89

Oddíl: TJ Dukla Praha

Výsledný čas v závodě: 57.01s

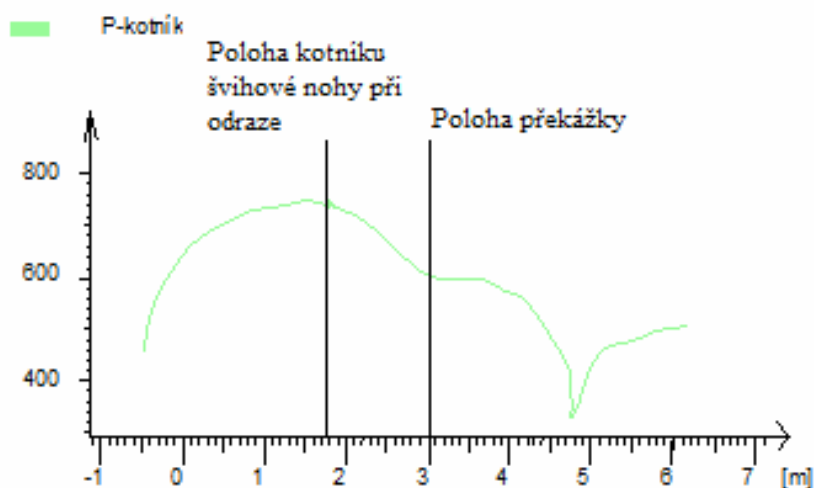
Odrázová (přetahová noha): levá

Švihová noha: pravá

Fáze odrazu

Odráz byl ve vzdálenosti 1,91 m před překážkou. Jak se později ukáže, byla to příčina další technických nedostatků v přeběhu překážky. Odráz proveden z přední části chodidla, ale nedošlo k propnutí špičky. Stejně tak i úhel v kolenní 155° byl nedostačující.

„Útok“ na překážku veden vnějším obloukem švihové nohy (obrázek 11). Koleno bylo směrem vně, od roviny boku, vychýleno o 0,8 cm, kotník už o 14,9 cm. Ostré koleno pod úhlem 53°, stehno vodorovně s podložkou a bérce přibližně vodorovně se stehnem odrazové nohy, ukazovaly na správné postavení švihové nohy. Úhel v boku (úhel svírající trup a stehno) na straně švihové nohy 81° a na straně odrazové nohy 188°.



Obr. 11 – dráha letu kotníku na švihové noze

Příliš blízký odraz na překážky zapříčinil malý náklon trupu, který byl 80°. Hlava ve vzpřímené poloze.

Došlo k vychýlení osy boků i ramen v horizontální i vertikálním směru. Pravý bok o 12 cm před a o 6,4 cm nad levým bokem. To bylo dáno „útokem“ pravé nohy na překážku.

Levé rameno na straně vedoucí paže bylo o 11,9 cm před a zároveň o 3,6 cm nad pravým ramenem.

Paže byly v této fázi ve správné poloze. Vedoucí levá paže směřovala vpřed s ostrým úhlem v lokti 61° . Pravá paže se držela u těla, úhel v lokti byl 75° .

V průběhu přeběhu překážky nedocházelo k velkým změnám rychlosti boku na straně švihové nohy. Maximální hodnota byla 7,1 m/s. Koleno švihové nohy dosáhlo při odraze rychlosti 9,1 m/s a kotník 13,6 m/s. Na straně přetahové nohy naměřena rychlost kolene 5,1 m/s a boku 6,7 m/s.

Letová fáze

Hned po odraze došlo k pokrčování odrazové nohy a předčasné fázi stříhu. V době, kdy by měl stříh obou končetin začít, je stehno přetahové nohy kolmo k podložce a s bérce svírá přibližně pravý úhel.

Ve stejné době je švihová noha správně napnutá, ale vysoko nad příčkou překážky a stále pokračuje pohyb dopředu a vzhůru (příloha 6). První pohyb švihové nohy směrem k podložce je asi 30 cm za příčkou překážky.

Osa boků více vychýlena za pravou švihovou nohou, osa ramen vodorovně s příčkou překážky.

Zvětšil se náklon trupu, ale hlava stále ve vzpřímené poloze.

Vedoucí paže směřovala dopředu a byla vodorovně se švihovou nohou. Druhá paže u těla s ostrým úhlem v lokti.

Ve fázi stříhu úhel v koleni švihové nohy 148° a chodidlo přibližně 30 cm před příčkou překážky.

Stehno přetahové nohy směřovalo šikmo k podložce a s trupem svíralo úhel 110° . Bérec v zákrytu za stehnem, svírající spolu úhel 49° , špička svěšena dolů. Levý bok ve výšce 1,35 m. V dalším průběhu došlo k zvednutí polohy kolene vysoko nad a do vodorovné polohy s příčkou překážky. Koleno 1,1 m nad podložkou a 18,6 cm nad příčkou překážky. Kotník 28,8 cm nad překážkou.

Nedostatečný náklon trupu $57,5^\circ$ a hlava stále ve vzpřímené poloze. Stehno švihové nohy a trup svírali úhel 56° .

Osa boků ve vodorovné poloze s podložkou, pravý bok o 11,5 cm před levým. Osa ramen se v této fázi dostala skoro do ideální polohy, kdy pravé rameno bylo jen o 2,8 cm před a 5,3 cm nad levým ramenem.

V relativně správném postavení byly i obě paže. Vedoucí levá se začínala pohybovat dozadu za loktem s úhlem 116° . Pravá na úrovni pasu, loket mírně od těla. Úhel v lokti 90° .

Rychlost kolene švihové nohy 6,9 m/s a kotníku 6,7 m/s. Rychlost kolene přetahové nohy 9,8 m/s a boku 6,6 m/s.

Fáze dokroku

Dokrok byl proveden napnutou dolní končetinou (úhel v koleni byl 175°) a na přední část chodidla 1,88 m za překážkou. To je jen o 3 cm menší vzdálenost, než byl odraz před překážkou. Vzdálenost kotníku oporové nohy od roviny boků 23,1 cm, vzdálenost kolene 12,6 cm. Stejným směrem byl ukloněn trup i hlava a celé tělo tak bylo postaveno ve tvaru luku (příloha 10).

Přetahová noha ve správném postavení. Koleno nad úrovní boků svírající s bérce úhel 85° . Bérec směřoval kolmo k podložce a chodidlo přitaženo k bérci. Úhel mezi stehnem a trupem na stejné straně byl 76° .

Trup mírně nakloněn dopředu pod úhlem 77° , hlava stále ve vzpřímené poloze. Trup na pravé straně svíral se stehnem oporové nohy úhel 153° .

Osy boků a ramen se blížily dokonalému postavení. Boky přibližně vodorovně s příčkou překážky, pravý bok o 1,5 cm před levým. Levý bok o 8,5 cm nad pravým. Osa ramen vodorovně s podložkou, pravé rameno o 8,6 cm před levým.

Levá paže v zapažení s úhlem v lokti 127° . Pravá paže na úrovni trupu s loktem mírně od těla a úhlem 148° .

Rychlost kolene oporové nohy 4,9 m/s, kotníku 2,8 m/s. Koleno a bok přetahové nohy se pohybovali rychlostí 8,2 a 8,5 m/s.

Za největší chybu považují odraz blízko překážky, který pravděpodobně zapříčil několik dalších chyb v technice. Malý náklon trupu a vzpřímená hlava po celou dobu přeběhu překážky. Švihová i přetahová noha příliš vysoko nad příčkou překážky, tak i vysoká dráha letu. Dokrok za překážkou, jen o 3 cm kratší než odraz před překážkou.

Vyzdvihl bych u tohoto výkonu práci paží, kde nedocházelo k jejich propnutí a vedení vnějším obloukem. Tím se zabránilo velkým rotacím trupu a ramenní osy.

8.1.3 Proband 3

Jméno: Jandušík Tomáš

Rok narození: 90

Oddíl: ASK Slavia Praha

Výsledný čas v závodě: 63.63s

Odrázová (přetahová noha): levá

Švihová noha: pravá

Fáze odrazu

Podle délky překážkového kroku by měl být odraz přibližně 2,3 m před překážkou. Poslední kontakt s podložkou běžce byl 1,7 m před překážkou. Propnuté chodidlo i koleno odrazové nohy. Úhel v koleni 165° . Stehno odrazové nohy a trup svírali úhel 185° .

Úhel v koleni švihové nohy 64° , špička málo přitažena k bérce, přibližně v pravém úhlu. Stehno vodorovně s podložkou. „Útok“ na překážku veden poměrně přímým směrem, nedošlo k velkým odchylkám kolene a kotníku od roviny boku. Bok a kotník byl v zákrytu, rozdíl vzdáleností od roviny XY byl 0,5 cm. Koleno vychýleno směrem dovnitř od roviny boků o 3,3 cm. Úhel mezi stehnem a trupem 92° .

Náklon trupu 84° , na pravé straně se trup dostal až do záklonu, kde úhel měl hodnotu 97° . To bylo zapříčiněno příliš blízkým odrazem na překážku. Hlava ve vzpřímené poloze.

Osa boků rovnoběžně s podložkou, výškový rozdíl boků činil zanedbatelných 2,4 cm. Pravý bok byl však o 11,5 cm před levým. Ramena taktéž ve vodorovné poloze s podložkou, zde byl výškový rozdíl ještě menší, 0,7 cm. Levé rameno vedoucí paže o 10 cm před pravým.

Správné postavení vedoucí paže, přibližně vodorovně se švihovou nohou a úhel v lokti 64° . Také postavení pravé paže bylo správné, loket mírně za úrovní trupu a u těla s úhlem 95° .

Maximální rychlost boku na straně švihové nohy se dostala na hodnotu 6,9 m/s. Rychlost kolene švihové nohy byla v momentě odrazu 10,5 m/s a rychlost kotníku na stejné noze v tentýž okamžik 11,8 m/s. Koleno odrazové nohy dosáhlo rychlosti 5,5 m/s a bok 6,7 m/s.

Letová fáze

V této fázi nedošlo vůbec k propnutí švihové nohy. K propínání končetiny došlo až ke konci „zášlapu“ při přípravě na dokrok na podložku.

V momentě začátku aktivní práce pravé nohy směrem dolů a vzad, byla přetahová noha na úrovni boku a kolmo na stehno pravé nohy.

Prakticky žádný náklon trupu a vzpřímená hlava.

Osy boků i ramen vychýleny v horizontálním i vertikálním směru. Téměř natažené obě paže vedené vnějším obloukem do upažení.

Ve fázi stříhu byla pata švihové nohy kousek nad příčkou překážky, ale končetina byla pokrčena v kolenu s úhlem 122° a koleno vysoko nad úrovní překážky. Při švihové práci končetiny došlo k tzv. provléknutí kotníku, který se od roviny boku vychýlil o 12,9 cm směrem dovnitř. Koleno se naopak vychýlilo směrem vně od roviny boku o 1,5 cm.

Koleno přetahové nohy pod úrovní boků a s trupem svíralo úhel 115° . Kotník ve stejné výšce jako koleno, špička svěšena dolů. Úhel v kolenu 64° . Při přechodu levé končetiny přes překážku se stehno dostalo do vodorovné polohy s podložkou. Koleno bylo ve výšce 1,05 m nad zemí, tedy 13,6 cm nad příčkou překážky. Naopak se zdvihl kotník, který se dostal nad úroveň kolene a o 23,6 cm výše než příčka překážky. Špička stále svěšena dolů.

Prakticky žádný náklon trupu. Průměrná hodnota byla 73° , na pravé straně dokonce 85° . Hlava také ve vzpřímené poloze.

Osa boků vodorovně s podložkou a směřovala za pravou nohou. Pravý bok o 18,6 cm před levým. V dobrém postavení byla ramenní osa. Rozdíl vzdáleností od roviny YZ byl 1,4 cm a od roviny XZ 4,6 cm. Takto malé rozdíly zapříčinila stříhová práce paží, jak bude vidět později, docházelo k velkým rotacím hlavně osy ramenní.

Velmi špatná práce paží v letové fázi. Obě paže téměř nataženy, vedeny vnějším obloukem do upažení. Úhel v pravém lokti 164° a v levém 174° .

Fáze dokroku

Dokrok byl 1,67 m za překážkou. Podle vztahu, $\frac{2}{3}$ překážkového kroku leží před překážkou a $\frac{1}{3}$ za překážkou, to je přibližně o půl metru dále než by dokrok měl být. Navíc tato vzdálenost byla jen o 3 cm kratší, než vzdálenost odrazu před překážkou.

Oporová noha dokročila na přední část chodidla a nataženou nohu s úhlem v koleni 173° . V dalším průběhu došlo ke kontaktu paty s podložkou, končetina stále napnutá a celé tělo bylo ukloněno na pravou stranu (příloha 14). O tom vypovídá i poloha kolene a kotníku vůči rovině pravého boku. Koleno bylo vzdáleno směrem dovnitř od této roviny o 8,6 cm a kotník o 15,6 cm stejným směrem. Běžec se tak dostal do velmi nestabilní polohy.

Stehno přetahové nohy vodorovně s podložkou a s bércelem svíralo úhel 77° .

I v této fázi téměř žádný náklon trupu (79°) a vzpřímená hlava.

Jak už jsme zmiňovali, důsledkem opravdu špatné práce paží došlo k velkým rotacím hlavně ramenní osy. Pravé rameno o 12,8 cm před levým. Ve vertikální rovině už to nebylo tak špatné, kde levé rameno bylo o 1,1 cm nad pravým. V dobrém postavení byla osa boků. Takřka vodorovně s podložkou i příčkou překážky.

Pravá paže v předpažení povýš, úhel v lokti 164° . Levá ruka v zapažení povýš s úhlem v lokti 167° .

Rychlost kolene oporové nohy 4,8 m/s a kotníku stejné nohy 2,2 m/s. Bok na straně přetahové nohy dosáhl rychlosti 7,3 m/s a koleno 7,6 m/s. Maximální rychlost kolene přetahové nohy v průběhu překážkového kroku 9,3 m/s.

Ve výkonu tohoto běžce jsme zjistili velké množství chyb. Vše začalo odrazem blízko překážky. Dále pak nedostatečný náklon trupu. Pokrčená švihová noha, svěřená špička přetahové nohy. Obě paže plně napnuté ve fázi letu a dokroku, z toho vyplynuly velké rotace trupu.

9 Diskuse

9.1 Porovnání techniky přeběhu překážky tří probandů mezi sebou

9.1.1 Vzdálenost odrazu před překážkou, vzdálenost dokroku za překážkou, délka překážkového kroku

Vzdálenost odrazu před překážkou

U všech tří běžců došlo k odrazu blízko překážky, přibližně o půl metru blíže. V tabulce 9 jsou zaznamenány optimální vzdálenosti odrazu před překážkou, které jsme získali z délky překážkového kroku podle vztahu, $2/3$ překážkového kroku leží před překážkou a $1/3$ za překážkou. Vlivem malé vzdálenosti před překážkou docházelo k dalším chybám.

V tomto ohledu dopadl nejlépe proband 1, který se odrážel nejdále od překážky.

Tabulka 9: Vzdálenost odrazu před překážkou

Proband	Vzdálenost [m]	Optimální vzdálenost [m]*	Rozdíl [m]**	Délka př. kroku
---------	----------------	---------------------------	--------------	-----------------

1.	2,11	2,6	0,49	3,9
2.	1,91	2,53	0,62	3,79
3.	1,7	2,25	0,55	3,37

*Optimální vzdálenost podle vztahu, 2/3 překážkového kroku leží před překážkou a 1/3 za překážkou (Korbel, 2003).

**Rozdíl optimální vzdálenosti a skutečné vzdálenosti odrazu.

Vzdálenost dokroku za překážkou

Dokrok za překážkou byl naopak příliš daleko, také u všech běžců. Zde bych hledal příčinu ve vzdálenosti odrazu. Blízký odraz neumožnil včasný zášlap a dráha letu byla vysoko nad překážkou.

Podle tabulky 10, zde dopadl nejlépe třetí běžec.

Tabulka 10: Vzdálenost dokroku za překážkou

Proband	Vzdálenost (m)	Optimální vzdálenost (m)*	Rozdíl (m)**	Délka př. kroku
1.	1,79	1,3	0,49	3,9
2.	1,88	1,26	0,62	3,79
3.	1,67	1,12	0,55	3,37

*Optimální vzdálenost podle vztahu, 2/3 překážkového kroku leží před překážkou a 1/3 za překážkou (Korbel, 2003).

**Rozdíl optimální vzdálenosti a skutečné vzdálenosti dokroku.

Tabulky 9 a 10 ukazují, že v tomto hodnocení dopadl nejlépe běžec 1. Měl nejvzdálenější odraz na překážku, který mu umožnil plošší dráhu letu, při které nedochází k tak velké ztrátě rychlosti. Druhý běžec se odrážel blíže překážce a zároveň dokročil dál od překážky než první běžec. To bylo způsobeno dráhou letu vysoko nad překážkou a pozdním zášlapem. Podle našeho hodnocení zde nejhůře dopadl poslední běžec. Dosáhl sice nejkratší dráhy překážkového kroku a nejbližšího zášlapu, ale to bylo způsobeno technickými nedostatky. Odraz blízko překážky, odraz směřující vysoko nad překážku a následný strmý pád dolů, vzpřímený trup...

Tabulka 11: Pořadí 9.1.1

Proband	Pořadí
----------------	---------------

1.	1.
2.	2.
3.	3.

9.1.2 Švihová noha

Úhel v koleni švihové nohy

Ve všech třech případech byl veden „útok“ na překážku ostrým kolenem (tabulka 12). Nejmenší, tím pádem nejostřejší, úhel měl běžec 1. V poloze běžce nad překážkou, by mělo dojít k mírnému pokrčení kolene vlivem pohybu končetiny směrem dolů a vzad. U prvního a druhého běžce nedošlo k propnutí končetiny před začátkem zášlapu. Úhel v koleni byl tedy přibližně stejný před i po začátku zášlapu. Dokrok všichni provedli na nataženou končetinu.

Nejlépe byl ohodnocen druhý běžec. Měl největší úhel v koleni nad překážkou.

Tabulka 12: Úhle v koleni švihové nohy

Proband	Úhel (úhlové stupně)		
	při odraze	nad překážkou	při dokroku
1.	46	139	174
2.	53	148	175
3.	64	122	173

Vzdálenosti kolene a kotníku od roviny boku švihové nohy

Běžec 1 a 2 vedli „útok“ na překážku vnějším obloukem. V další fázi překážkového kroku se koleno i kotník dostali směrem dovnitř od roviny boku a v této poloze byly i při dokroku. Běžec 1 při odraze vedl koleno i kotník poměrně v přímém směru, dále došlo k vytočení kolene vně a tzv. provléknutí kotníku vnitřním obloukem. Dokrok byl také ukročen směrem dovnitř.

Podle hodnot z tabulky 13, nejlépe dopadl běžec 1, u kterého docházelo k nejmenším odchylkám.

Tabulka 13: Odchytky kolene o kotníku od roviny boku švihové nohy

Proband	Vzdálenosti kolene a kotníku od roviny boku švihové nohy (cm)		
	při odraze	nad překážkou	při dokroku

	koleno	kotník	koleno	kotník	koleno	kotník
1.	5,5 dovnitř	4,1 vně	1,9 dovnitř	11,9 dovnitř	3,1 dovnitř	8,2 dovnitř
2.	0,8 vně	14,9 vně	1,3 vně	7,1 dovnitř	12,6 dovnitř	23,1 dovnitř
3.	3,3 dovnitř	0,5 dovnitř	1,5 vně	12,9 dovnitř	8,6 dovnitř	15,6 dovnitř

Běžec 1 vedl „útok“ na překážku ostrým kolenem a nedošlo k příliš velkým odchylkám kolene a kotníku od roviny boku. Druhý běžec se také odrážel s „ostrým“ kolenem švihové nohy. Došlo k většímu vychýlení kolene a kotníku, ale plynulému přechodu z vnější na vnitřní stranu a nemělo to výrazně negativní vliv na techniku běhu za překážkou. Jako u jediného došlo k propnutí švihové nohy před zášlapem. Třetí běžec měl největší úhel v koleni při odraze, naopak nejmenší nad překážkou a až do fáze dokroku, byla švihová noha pokrčena po celou dobu překážkového kroku.

Tabulka 14: Pořadí 9.1.2

Proband	Pořadí
1.	2.
2.	1.
3.	3.

9.1.3 Přetahová (odrazová) noha

Výška kolene a kotníku přetahové nohy nad příčkou překážky (nad podložkou)

Dráha letu všech běžců byla vysoko nad překážkou. Koleno i kotník přetahové nohy byly teda také vedeny vysoko nad příčkou překážky (tabulka 15). U všech došlo ke stejné chybě, kdy byl kotník nad úrovní kolene.

Nejlépe jsme ohodnotili prvního běžce, který měl nejmenší rozdíl výšky kolene a kotníku.

Tabulka 15: Výška kolene a kotníku přetahové nohy nad příčkou překážky (nad podložkou)

Proband	Výška nad překážkou (cm)		Výška nad podložkou (m)	
	koleno	kotník	koleno	kotník
1.	18,6	21,3	1,1	1,13
2.	18,6	28,8	1,1	1,2

3.	13,6	23,6	1,05	1,15
----	------	------	------	------

Úhel v koleni přetahové (odrazové nohy)

První a třetí běžec se odráželi z téměř napnuté končetiny. Druhý běžec měl nejmenší úhel v koleni a odraz byl proveden z mírně pokrčené končetiny. Nad překázkou měli všichni ostrý úhel v koleni, u třetího běžce byla hodnota úhlu výrazně vyšší než u prvních dvou (tabulka 16). Ve fázi dokroku došlo u prvního běžce k vykývnutí bérce směrem dopředu a k velkému otevření úhlu v koleni přetahové nohy. Druhý a třetí běžec měli bérce přibližně kolmo k zemi.

I přes odraz proveden z mírně pokrčené nohy, jsme nejlépe ohodnotili druhého běžce.

Tabulka 16: Úhle v koleni přetahové nohy

Proband	Úhel (úhlové stupně)		
	při odraze	nad překázkou	při dokroku
1.	166	28	109
2.	155	49	85
3.	165	64	77

Úhel v boku (úhel svírající trup a stehno) na straně přetahové nohy

První běžec má tento úhel při odraze nejmenší. Nad překázkou svírá mezi stehnem a trupem skoro pravý úhel a to vypovídá o správné poloze (vodorovné s podložkou) stehna přetahové nohy. U dalších dvou běžců je tentýž úhel o 15° respektive 20° větší a dochází ke svěšení kolene. Při dokroku měli všichni přibližně vzpřímený trup. Druhý běžec měl úhel v boku 76° (tabulka 17), lze tedy předpokládat, že měl koleno nad úrovní boku. Další dva běžci měli stehno vodorovně s podložkou nebo koleno pod úrovní boku.

Jelikož je hodnota úhlu měřena v poloze před překázkou a dále pak dojde k vyrovnání stehna do vodorovné polohy (příloha 7 a 8), hodnotili jsme jako nejlepšího právě druhého běžce.

Tabulka 17: Úhel v boku na straně přetahové nohy

Proband	Úhel (úhlové stupně)		
	při odraze	nad překážkou	při dokroku
1.	164	95	80
2.	188	110	76
3.	185	115	90

Stejná chyba všech tří běžců bylo, vedení kolene a kotníku vysoko nad překážkou a zároveň kotník výše než koleno. První běžec při dokroku vykývnul bérec dopředu a otevřel tak úhel v koleni. Druhý běžec provedl odraz z mírně pokrčené nohy a třetí běžec měl nejvíce svěšené koleno při přetahu nohy přes překážku.

Tabulka 18: pořadí 9.1.3

Proband	Pořadí
1.	2.
2.	1.
3.	3.

9.1.4 Náklon trupu

Tabulka 19: Náklon trupu

Proband	Náklon trupu (úhlové stupně)								
	při odraze			nad překážkou			při dokroku		
	P *	L **	art. průměr	P *	L **	art. průměr	P *	L **	art. průměr
1.	73	91	82	50	67	58,5	82	67	74,5
2.	89	71	80	63	52	57,5	74	80	77
3.	97	71	84	85	61	73	73	85	79

* Pravá strana trupu

** Levá strana trupu

Všichni běžci se odráželi se skoro vzpřímeným trupem, první a třetí běžec se dostali levou, respektive pravou stranou trupu do mírného záklonu. Nad překážkou se ani jeden

nedostal do rozmezí 40 – 50°, které udává Korbel (2003). Při dokroku měli všichni správně trup mírně nakloněn dopředu.

Zase jsme zde nejlépe hodnotili druhého běžce, který dosáhl ve všech třech fázích nejnižších hodnot úhlů. Nejhůře hodnocený byl třetí běžec, u kterého nedošlo k výraznějšímu náklonu trupu ani nad překážkou.

Tabulka 20: Pořadí 9.1.4

Proband	Pořadí
1.	2.
2.	1.
3.	3.

9.1.5 Poloha osy boků a ramen

Vychýlení osy boků bylo dáno nejprve „útokem“ švihové nohy na překážku. Dále stříhovým postavením dolních končetin nad překážkou a při dokroku se osa přetáčela směrem za přetahovou nohou.

Podle hodnot v tabulce 21, jsme nejlépe ohodnotili druhého běžce. Nejhůře pak prvního běžce, který dosahoval vysokých hodnot jak v horizontálním, tak i ve vertikálním směru.

Rotace osy ramenní způsobuje špatná práce horních končetin. Při odraze šli všichni vedoucí paží dopředu vodorovně se švihovou nohou a tím došlo k přetočení osy ramenní. Nad překážkou začíná vedoucí paže pracovat směrem dozadu a tím dochází k „srovnání“ osy ramen. U prvního a třetího běžce došlo při dokroku k velkému přetočení ramen i trupu za vedoucí paží směrem dozadu.

I zde jsme nejlépe hodnotili druhého běžce, u kterého, podle tabulky 21, nedocházelo k příliš velkým rotacím.

Tabulka 21: Vychýlení osy boků a ramen v horizontálním a vertikálním směru

Proband	Osa boků	
	vzdálenost P boku od roviny L boku v horizont. směru (cm)	vzdálenost P boku od roviny L ramene ve vertickl. směru (cm)

	při odraz	nad př.	při dokrok	při odraz	nad př.	při dokrok
1.	-10	-12,5	-7,5	-0,8	4,7	7,8
2.	12	11,5	1,5	6,4	0,4	-8,5
3.	11,5	18,6	1,4	2,4	0	-1,8
Proband	Osa ramen					
	vzdálenost P ramene od roviny L ramene v horizont. směru (cm)			vzdálenost P ramene od roviny L boku ve vertikl. směru (cm)		
	při odraz	nad př.	při dokrok	při odraz	nad př.	při dokrok
1.	8,8	5	-21,3	9,4	2,8	14,9
2.	-11,9	2,8	8,6	-3,6	5,3	-0,4
3.	-10	-1,4	12,8	-0,7	4,6	-1,1

Rozdíly s kladnou hodnotou ukazují na to, že byl pravý bok (rameno) před levým.

Záporné hodnoty ukazují na to, že byl pravý bok (rameno) za levým.

Nejnižší hodnoty v tabulce 21, tím pádem nejmenší rotace v ose boků a ramen, měl druhý běžec. První a třetí běžec měli hodnoty poměrně vyrovnané, ale díky vysokým hodnotám ve vertikálním směru jsme ohodnotili nejhůře prvního běžce.

Tabulka 22: Pořadí 9.1.5

Proband	Pořadí
1.	3.
2.	1.
3.	2.

9.1.6 Poloha paží

Tabulka 23: Úhle v loktech

Proband	Úhle v loktech (úhlové stupně)					
	při odraze		nad překážkou		při dokroku	
	P*	L**	P*	L**	P*	L**
1.	74	139	126	134	139	123
2.	75	61	90	116	148	127
3.	95	64	164	174	164	167

*Pravá paže

**Levá paže

Při odraze měli všichni správné postavení paží, jen u prvního běžce došlo k mírnému propnutí levé paže. Nad překážkou si dobrého postavení udržel jen druhý běžec. První měl

paže mírně natažené a třetí dokonce takřka napnuté. Při dokroku došlo k mírnému propnutí paží i u druhého běžce, ale i tak jsme jeho polohu paží hodnotili nejlépe. Nejhůře dopadl třetí běžec, u kterého došlo po odraze k propnutí obou paží.

Tabulka 24: Pořadí 9.1.6

Proband	Pořadí
1.	2.
2.	1.
3.	3.

9.1.7 Rychlosti

Měřili jsme rychlosti kolene a kotníku švihové nohy, maximální rychlost boku na stejné straně těla. Tak jsme mohli porovnat, který běžec při odraze, pracoval švihovou nohou nejrychleji. Stejným způsobem jsme porovnali rychlost kolene a boku přetahové nohy.

Rozdíly v rychlostech u všech tří běžců nebyly nijak vysoké. Rychlost práce švihové nohy, podle tabulky 25, měl nejlepší běžec 2. Nejpomalejší byl třetí běžec.

Stejně pořadí bylo i u rychlosti přetahové nohy.

Tabulka 25: Rychlosti vybraných částí těla

Proband	Rychlost (m/s)						
	švihová noha						
	koleno			kotník			max. rychlost boku
	při odraze	nad př.	při dokroku	při odraze	nad př.	při dokroku	
1.	10,6	7	5	12,4	6,6	2,3	7,8
2.	9,1	6,9	4,9	13,6	6,7	2,8	7,1
3.	10,5	6,6	4,8	11,8	6,3	2,2	6,9
Proband	Rychlost (m/s)						
	přetahová (odrazová) noha						
	koleno			bok			
	při odraze	nad př.	při dokroku	při odraze	nad př.	při dokroku	
1.	5,2	10,2	8,2	6,9	7,2	8,2	
2.	5,1	9,8	8,2	6,7	6,6	8,5	

3.	5,5	8,2	7,6	6,7	6,2	7,3	
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

Tabulka 26: Pořadí 9.1.7

Proband	Pořadí
1.	2.
2.	1.
3.	3.

9.1.8 Celkové pořadí

Z tabulek 11, 14, 18, 20, 22, 24, 26 bylo, pomocí aritmetického průměru, zjištěno celkové pořadí.

Tabulka 27: Celkové pořadí

Proband	Pořadí
1.	2.
2.	1.
3.	3.

10 Závěr

Cíle a úkoly práce se nám podařilo splnit. Porovnali jsme techniku přeběhu překážky u vytipovaných probandů a stanovili nedostatky v technice.

U všech tří běžců, docházelo v jednotlivých fázích přeběhu překážky, ke stejným chybám. Největší chybou, která zapříčinila další technické nedostatky, byl blízký odraz na překážku. Další chyby, které byly zjištěny u všech probandů, byly nedostatečný náklon trupu a vzpřímená hlava, vedení švihové nohy vnějším nebo vnitřním obloukem, dráha letu vysoko nad příčkou překážky.

Podle výsledků práce byl nejlépe hodnocen druhý proband, v jehož výkonu jsme za největší chybu považovali odraz blízko překážky, který pravděpodobně zapříčil několik dalších chyb v technice. Malý náklon trupu a vzpřímená hlava po celou dobu přeběhu překážky. Švihová i přetahová noha příliš vysoko nad příčkou překážky, tak i vysoká dráha letu. Dokrok za překážkou, jen o 3 cm kratší než odraz před překážkou.

Vyzdvihli bychom u tohoto výkonu práci paží, kde nedocházelo k jejich propnutí a vedení vnějším obloukem. Tím se zabránilo velkým rotacím trupu a ramenní osy.

Druhý nejlépe hodnocený skončil první proband, který měl rezervy v práci přetahové nohy, začala brzy pohyb dopředu. Koleno vedeno vysoko nad překážkou a pod úrovní boků. Také pohyb švihové nohy byl chybný, kdy dráha letu kotníku měla esovitý průběh a vůbec nedošlo k propnutí této končetiny. Za velkou chybu považujeme malý nebo téměř žádný náklon trupu a vzpřímenou hlavu, dokrok na celé chodidlo oporové nohy a práci paží v letové a dokrokové fázi. Paže vedeny velkým obloukem stranou a téměř napnuté. To mělo za následek rotaci ramen a již zmiňované vzpřímení trupu.

Nejhůře jsme hodnotili techniku přeběhu překážky u třetího probanda. V jeho výkonu bylo zjištěno velké množství chyb. Vše začalo odrazem blízko překážky směrem šikmo vzhůru a následný strmý „pád“ za překážku. Dále pak nedostatečný náklon trupu a vzpřímená hlava. Pokrčená švihová noha v letové fázi, svěřená špička přetahové nohy při přechodu přes překážku. Velmi špatná práce horních končetin, které byly v letové fázi a ve fázi dokroku plně napnuty a zápěstí nad úroveň ramen.

11 Seznam použité literatury

1. CAHA, J. *Program sportovní přípravy v tréninkových střediscích mládeže – atletika: 400 m a 250 m překážek*. Praha: Sportpropag, 1979.
2. DOSTÁL, E. *Běh mužů na 400 m překážek*. In VACULA, J., aj. *Trénink atletických disciplín*. 3. změnéné vyd. Praha: SPN, 1983.
3. DOVALIL, J. *Malá encyklopedie sportovního tréninku*. Praha: Olympia, 1982.
4. DOVALIL A KOL., J. *Lexikon sportovního tréninku*. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1404-5.
5. GLESK, P. *Behy na krátke vzdialenosti*. In VARGA, I. aj. *Atletika behy*. 2. doplnéné vydání. Bratislava: Šport, 1986.
6. KNĚNICKÝ, K. aj. *Technika lehkootletických disciplín*. Praha: SPN, 1977.
7. KORBEL, V. *Nacvičujeme techniku překážkového běhu*. *Atletika*. 2003, č.6., s.1.
8. KORBEL, V. *METODIKA, Běh na 400m přkážek*. *Atletika*. 2005, č.5., s.9.
9. KOŠTIAL, J., MATOUŠEK, r., ZÁHOREC, J. *Limitující faktory výkonnosti v behu na 400 m překážok*. *Teor. praxe těl. výchovy* 26, 1978.
10. LAZCO, 1986.

11. MAŇÁSEK, A. *Analýza zatěžování v dlouhodobém tréninku překážkáře na 400 m*. Diplomová práce. Praha: FTVS UK, 1993.
12. KORBEL, V. Překážkový běh mužů a žen na 400 m. In: MILLEROVÁ, V., HLÍNA, J., KAPLAN, A., KORBEL, V. *Běhy na krátké tratě*. Praha: Olympia, 2001. ISBN 80-7033-570-X.
13. MILLEROVÁ, V., DOSTÁL, E., ŠIMON, J., VINDUŠKOVÁ, J. *Základy atletického tréninku*. Praha: FTVS UK, 1994. ISBN 80-7066-984-5.

12 Seznam příloh

Příloha 1:

Snímek prvního probanda při odrazu.

Příloha 2:

Snímek prvního probanda nad překážkou.

Příloha 3:

Snímek prvního probanda při dokroku.

Příloha 4:

Snímek prvního probanda, dokrok na patu.

Příloha 5:

Snímek druhého probanda při odrazu.

Příloha 6:

Snímek druhého probanda, švihová noha vysoko nad překážkou.

Příloha 7:

Snímek druhého probanda nad překážkou.

Příloha 8:

Snímek druhého probanda, poloha přetahové nohy.

Příloha 9:

Snímek druhého probanda při dokroku, pohled zepředu.

Příloha 10:

Snímek druhého probanda při dokroku, pohled zezadu.

Příloha 11:

Snímek třetího probanda při odrazu.

Příloha 12:

Snímek třetího probanda nad překážkou.

Příloha 13:

Snímek třetího probanda při dokroku.

Příloha 14:

Snímek třetího probanda, dokrok na patu.

Příloha 1



Příloha 2



Příloha 3



Příloha 4



Příloha 5



Příloha 6



Příloha 7



Příloha 8



Příloha 9



Příloha 10



Příloha 11



Příloha 12



Příloha 13



Příloha 14

