

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

**VLIV RYCHLOSTI ROZBĚHU A EXPLOZIVNÍ SÍLY DOLNÍCH
KONČETIN NA VÝKON VE SKOKU DALEKÉM**

Bakalářská práce

Autor: Sebastian Kellermann

Studijní program: Tělesná výchova pro vzdělávání / Německý jazyk se
zaměřením na vzdělávání

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

Olomouc 2024

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Sebastian Kellermann

Název práce: Vliv rychlosti rozběhu a explozivní síly dolních končetin na výkon ve skoku dalekém

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

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Rok obhajoby: 2024

Abstrakt:

Tato práce se zaměřuje na analýzu techniky a výkonnosti skokanů do dálky s cílem poskytnout poznatky, které mohou významně zlepšit tréninkové metody. Výzkum zdůrazňuje důležitost individuálního přístupu k tréninku, protože jednotliví atleti prokazují různé schopnosti dosahovat vysokých výkonů různými způsoby. Někteří atleti dosahují optimálních výsledků bez ohledu na rychlost rozběhu, zatímco pro jiné je rychlost rozběhu klíčovým faktorem pro dosažení maximální délky skoku. Kombinace vysoké rychlosti rozběhu a silného odrazu má pro některé atlety vysoce pozitivní vliv na jejich výkon.

V rámci studie byla využita silová plošina AMTI, k hodnocení explozivní síly dolních končetin. Výsledky ukazují vztah mezi rychlostí rozběhu při odraze a výkonem ve skoku dalekém. Další výzkum v této oblasti by mohl přinést ještě hlubší porozumění vlivu různých faktorů na výkon skokanů a přispět k dalšímu rozvoji efektivních tréninkových metod.

Klíčové slova: Skok daleký, explozivní síla, výkon, Biomechanika, optimalizace výkonu,

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author: Sebastian Kellermann

Title: The influence of the run-up speed at take-off and the explosive power of the lower limbs on performance in the long jump

Supervisor: Svoboda Zdeněk, doc. Mgr. Ph.D.

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Year: 2024

Abstract: This work focuses on analyzing the technique and performance of long jumpers to provide insights that can significantly improve training methods. The research highlights the importance of an individualized approach to training, as athletes demonstrate different capabilities to achieve high performance in various ways. Some athletes achieve optimal results regardless of their approach speed, while for others, approach speed is a crucial factor for maximizing jump distance. The combination of high approach speed and strong takeoff has a highly positive impact on the performance of some athletes.

In the study, an AMTI force platform was used to evaluate the explosive power of the lower limbs.

The results show the relationship between approach speed at takeoff and long jump performance. Further research in this area could provide even deeper understanding of the impact of various factors on jumper performance and contribute to the further development of effective training methods.

Keywords: long jump, explosive strength, performance, Biomechanics, performance optimization

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

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením Svoboda Zdeněk, doc. Mgr. Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

Ve Frenštátě pod Radhoštěm dne 26. června 2024

.....

Děkuji vedoucímu práce Zdeňkovi Svobodovi doc. Mgr. Ph.D. a Pavlovi Brtvovi Ph.D. a pracovníkům Katedry přírodních věd v kinantropologii na Fakultě tělesné kultury v Olomouci za pomoc a cenné rady, které mi poskytli při zpracování této práce.

OBSAH

Obsah.....	8
1 Úvod.....	10
2 Přehled poznatků.....	11
2.1 Historie skoku dalekého.....	11
2.2 Charakteristika skoku dalekého.....	11
2.2.1 Pravidla skoku dalekého.....	12
2.3 Technika provedení.....	13
2.3.1 Technika skoku dalekého.....	13
2.4 Fáze skoku dalekého.....	13
2.4.1 Rozběh.....	13
2.4.2 Odraz.....	14
2.4.3 Letová fáze.....	14
2.4.4 Doskok.....	16
2.5 Rychlost.....	16
2.5.1 Reakční rychlost.....	16
2.5.2 Akční (akcelerační) rychlost.....	17
2.6 Síla.....	17
2.6.1 Explosivní síla.....	18
2.6.2 Vertikální výskok.....	19
2.7 Hodnocení svalové síly.....	19
2.7.1 Boscův test.....	19
2.7.2 Test skoku dalekého z místa.....	20
2.7.3 Test vertikálního výskoku.....	20
2.7.4 Drop test jump.....	20
2.7.5 Countermovement jump (CMJ).....	21
2.7.6 Squat Jump (SJ).....	22
2.8 Nástroje pro analýzu explozivní síly dolních končetin.....	23
2.8.1 Silová plošina AMTI.....	23
2.8.2 Optojump.....	23

3	Cíle.....	24
3.1	Hlavní cíl.....	24
3.2	Dílčí cíle.....	24
3.3	Výzkumné otázky.....	24
4	Metody.....	25
4.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	25
4.2	Protokol měření a sběr dat.....	25
4.2.1	Etapa I. – Měření explozivní síly dolních končetin.....	25
4.2.2	Etapa II. – Skok daleký.....	26
4.3	Experimentální nastavení.....	26
4.4	Statistické zpracování dat.....	29
5	Výsledky.....	30
5.1	Naměřené hodnoty jednotlivých atletů.....	30
5.2	Porovnání atletů mezi sebou.....	31
5.3	Vztah mezi rozběhovou rychlostí při odraze a délkou skoku.....	32
6	Diskuse.....	35
7	Závěry.....	37
8	Souhrn.....	38
9	Summary.....	39
10	Referenční seznam.....	40

1 ÚVOD

Atletika je obecně považována za základní sportovní odvětví, které vychází z přirozených pohybů, jako je chůze, běh, skok a hod, a poskytuje základy pro mnoho dalších sportů. Díky celosvětové popularitě a bohaté rozmanitosti je tento sport i v 21. století velmi oblíbenou aktivitou pro širokou populaci. Atletika není pouze o fyzické aktivitě, ale také o kultivaci psychické a mentální stránky jednotlivce. Učí nás cílevědomosti, vytrvalosti a pomáhá nám překonávat vlastní limity.

Skok do dálky je jednou z nejatraktivnějších disciplín v atletice, kde se kombinuje rychlost, síla a technika pro dosažení co nejdelšího skoku. Tento výkon je výsledkem složité interakce několika faktorů, mezi které patří zejména explozivní síla dolních končetin a rychlost rozběhu při odrazu.

Explozivní síla dolních končetin je schopnost svalů vyvinout maximální sílu v co nejkratším čase (Lehnert et. al., 2014). Tento typ síly je nezbytný pro efektivní a silný odraz, který je rozhodující pro dosažení maximální výšky a délky skoku. Rychlost rozběhu, na druhé straně, ovlivňuje kinetickou energii, kterou skokan přenáší do odrazu (Mero, Komi, & Gregor, 1992). Optimální rychlost rozběhu je klíčová pro úspěšný výkon, neboť příliš nízká rychlost nedokáže generovat dostatečnou energii pro odraz, zatímco příliš vysoká rychlost může vést k problémům s kontrolou a technikou při samotném odrazu (Graham-Smith & Leese, 2005).

V této práci jsme chtěli zjistit, zda by bylo možné optimalizovat tréninkové metody a zlepšit tak výkony ve skoku do dálky. Výzkum v této oblasti by mohl přispět k lepšímu porozumění toho, jak mohou sportovci dosáhnout svého maximálního potenciálu prostřednictvím cíleného tréninku zaměřeného na rozvoj explozivní síly a optimalizaci rychlosti rozběhu.

Výsledkem této práce by měl být komplexní pohled na to, jak explozivní síla dolních končetin a rychlost rozběhu při odraze ovlivňují výkon ve skoku do dálky a jak lze s těmito faktory pracovat v rámci zlepšování tréninkových programů a techniky skokanů.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Historie skoku dalekého

Skok daleký je jednou z nejstarších atletických disciplín, jejíž historie sahá až do starořeckých olympijských her v roce 708 př. n. l., kde byl součástí pentatlonu. Původně se skokani odráželi z vyvýšeného místa zvaného batír a drželi haltéry, což byly kameny nebo kovové předměty vážící 1,48 – 4,63 kg, které zvyšovaly efektivitu skoku (Vindušková et al., 2003).

V 17. století se novodobá atletika začala rozvíjet v Anglii, nejprve mezi profesionály a později i mezi amatéry. Významný rozvoj přineslo obnovení olympijských her Pierrem de Coubertinem, kde mohli soutěžit nejprve muži a od roku 1928 i ženy. Skok daleký se postupně zdokonaloval a v roce 1886 bylo v USA zavedeno odrazové břevno (Vindušková et al., 2003).

Prvním skokanem, který překonal hranici 7 metrů byl Fitzberger v roce 1874. Výkonnost atletů se zlepšovala díky pokroku v technice a tréninku zaměřeného na rychlost, odraz a sílu. Technika skoku se vyvíjela pomaleji než u skoku do výšky, ale postupně se přešlo od skrčné techniky k dnešnímu nejčastěji používanému způsobu krokem (Velebil et al., 2002).

Významný rozvoj této disciplíny nastal ve 20. století. Jako první překonal osmimetrovou hranici Jesse Owens v roce 1935 (813 cm). Další významnou osobností skoku dalekého je Bob Beamon, který na olympijských hrách v Mexiku v roce 1968 předvedl „skok do 21. století“ s délkou 890 cm. Současný mužský světový rekord drží Mike Powell s výkonem 895 cm, dosaženým na mistrovství světa v Tokiu v roce 1991.

I vůči historickým poznatkům by se dalo předpokládat, že se vývoj skoku dalekého bude dále zlepšovat. I přes pokroky v technologiích a modernizaci nenastaly v technice a výkonech sportovců zásadní změny.

2.2 Charakteristika skoku dalekého

Od počátků novověké atletiky byl skok daleký součástí atletických soutěží. Tato disciplína je otevřená mužům i ženám všech věkových kategorií a je také zahrnuta ve vícebojích. Skok daleký je velmi přirozenou disciplínou, kde se uplatňují zejména rychlost, síla a schopnost koordinovat pohyby při maximální rychlosti (Kuchen et al., 1986). Skokan se snaží dosáhnout co největší horizontální vzdálenosti po odrazu z jedné nohy, a to po rozběhu. Skok daleký zahrnuje řadu pohybů, které začínají počátečními kroky na rozběhové dráze a končí doskokem a opuštěním doskočiště (Kuchen et al., 1986). Nejprve skokan běží po zemi a po odrazu se vymrští

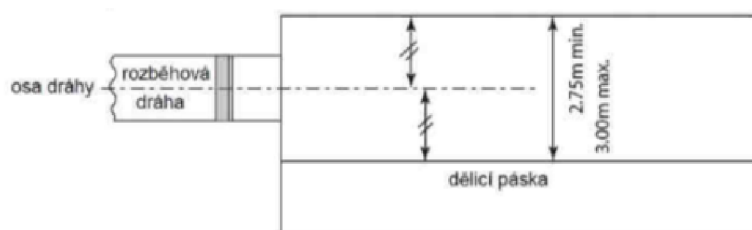
do vzduchu, kde pokračuje v letu zvláštní technikou směrem k místu doskoku. Rozběh začíná v klidu a končí, když skokan přechází do odrazu s konkrétním rytmem posledních dvou kroků, které připravují tělo na odraz a pomáhají zachovat co nejvíce rychlosti (Mihailă et al, 2008).

Skokani do dálky rozvíjejí především schopnosti potřebné pro krátkodobé maximální výkony. Skok daleký je technická a rychlostně-silová disciplína, jejímž cílem je dosáhnout co největší vzdálenosti mezi odrazovou čarou a místem doskoku v písku. Provedení skoku je striktně určeno pravidly (Kuchen et al., 1986).

2.2.1 Pravidla skoku dalekého

Závodník se musí odrazit z jedné nohy z odrazového břevna, které je na úrovni rozběhové dráhy a ve vzdálenosti 1 až 3 metry od bližšího okraje doskočiště. Místo odrazu musí být vyznačeno břevnem zapuštěným do úrovně rozběhové dráhy a povrchu doskočiště. Hrana břevna blíže doskočišti se nazývá odrazovou čarou. (Pravidla Atletiky, 2022) Bezprostředně za odrazovou čarou může být umístěna deska s plastelínou pro usnadnění práce rozhodčích. POZN.: Tam, kde při výstavbě rozběhové dráhy a/nebo odrazového břevna dříve existovalo místo pro umístění desky s plastelínou a tato deska není používána, měl by tento výřez být vyplněn zaslepovací deskou v rovině s odrazovou deskou (Pravidla Atletiky, 2022).

Doskočiště musí mít minimální šířku 2,75 m a maximálně 3 m. Je naplněno vlhkým pískem a jeho povrch je zarovnan na stejnou úroveň jako rozběhová dráha. Ta nesmí být kratší než 40 metrů (měřeno od jejího konce po odrazové břevno) a musí mít šířku 1,22 m. Dráha je vyznačena bílými čarami o tloušťce 5 cm. Při skoku se nesmí závodník přetočit kolem příčné osy těla.



Obr. 1 Doskočiště pro skok daleký a trojskok (Převzato z Pravidel atletiky 2022)

Vzdálenost skoku se měří od nejbližší stopy v doskočišti, kterou závodník zanechal jakoukoliv částí těla, kolmo na odrazovou čaru nebo její prodloužení. Výkon se měří okamžitě po každém úspěšném pokusu a přesně se zaznamenává na nejbližší nižší hodnotu v setinách metru. Při skoku do dálky a trojskoku se také zaznamenává rychlost větru. Větroměr je umístěn 20 metrů od břevna a spouští se po dobu 5 sekund po přeběhnutí závodníka značky umístěné 40

metrů od odrazového břevna. Závodník musí opustit doskočiště dotykem chodidla za nejbližší stopou zanechanou v písku, a teprve potom je jeho pokus považován za platný. (Pravidla atletiky, 2022)

2.3 Technika provedení

2.3.1 Technika skoku dalekého

Hlavní zásady techniky se charakterizují takto: čím rychlejší je rozběh a čím silnější je odraz, tím větší je výkon. Není-li jedna z těchto složek dosti velká – výkon klesá. Délka skoku je určena oběma složkami. Po odrazu již nemůžeme žádným způsobem prodloužit délku dráhy těžiště. Pohyby, které skokan za letu vykonává, slouží k udržení rovnováhy a k příznivějšímu umístění končetin po zvládnutí dopadu. Podle charakteru letu rozeznáváme způsob skrčný, závěsem a kročný (Bartůšek., 1968).

2.4 Fáze skoku dalekého

Při analyzování techniky skoku do dálky je často možné nalézt rozdělení do čtyř fází: rozběh, odraz, let a doskok. Nicméně je vhodnější spojit popis rozběhu a odrazu, stejně jako letu a doskok, neboť tyto fáze jsou vzájemně úzce propojeny a vzájemně se doplňují jak z technického, tak funkčního hlediska.

Důležité je si uvědomit, že rozběh a odraz jsou klíčovými faktory pro výkon ve skoku do dálky. Naopak let a doskok jsou následné fáze, které svým technickým provedením vycházejí především z provedení rozběhu a odrazu (Kněnický, 1977).

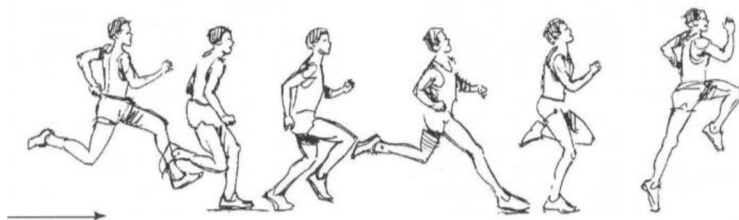
2.4.1 Rozběh

Skokan získává horizontální rychlost během rozběhu, což je klíčové pro rychlost vzletu těžiště. Délka rozběhu se mezi závodníky značně liší v závislosti na jejich rychlostních schopnostech, ale obvykle se pohybuje mezi 30–45 metry. Hlavním ukazatelem kvalitního a účinného rozběhu je rychlost skokana v posledních 5 metrech před odrazovou čarou, přičemž nejlepší skokani dosahují rychlosti 10–11 m/s. Rozběhovou rychlost mohou efektivně využít pouze závodníci, kteří technicky zvládli odraz při této rychlosti, což umožňuje průměrnému skokanovi skákat dál než nejlepšímu sprinterovi.

Plynulost, stupňování úsilí a přesnost jsou základními rysy dobrého rozběhu. Začátek rozběhu je kritický, protože zde je možné udělat nejvíce chyb. Ve střední části skokan zvyšuje rychlost běhu, běží s vysokým zvedáním kolen a s podsazenou pánví. Nejobtížnější je závěrečná část, kdy se skokan připravuje na odraz. Při spojení rozběhu s odrazem snižuje těžiště těla během třetího a druhého kroku před odrazem, v porovnání s jeho polohou při normálním běhu. V posledním kroku se snaží udržet těžiště ve stejné výšce (Pecková, 2008).

2.4.2 Odraz

Během odrazu se odrazová noha, lehce předsunutá před těžištěm, dotýká odrazového břevna z vnější části plosky na celé chodidlo. Důležitý je synchronizovaný pohyb kloubů, především kyčelního kloubu, který vytváří silový impuls potřebný k odrazu. Během odrazu by měl skokan udržet stabilní postavení trupu a hlavy a paže by měly odpovídat pohybu nohou, přičemž rozsah pohybu paží je větší než při běžném sprintu (Kněnický, 1977).



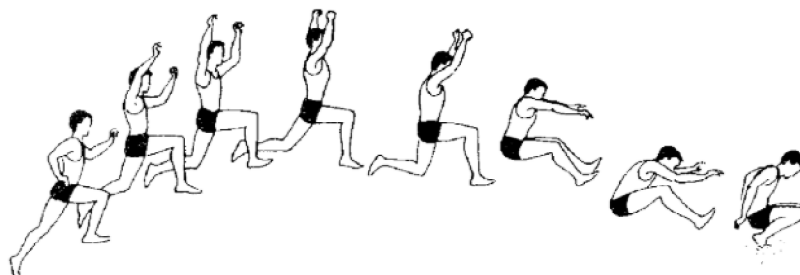
Obr. 2 Kinogram provedení předodrazového rytmu a odrazu (Velebil et al., 2002)

2.4.3 Letová fáze

Tato fáze skoku bývá často nejvíce propracovaná, i když má na výkon menší vliv než první dvě fáze. Dráha těžiště skokana je určena ve chvíli, kdy opustí odrazovou plochu. Pohyby ve vzduchu slouží především k vyrovnání rotací vzniklých při odrazu, udržení rovnováhy těla kolem těžiště a přípravě na co nejúčinnější doskok. Existují tři základní techniky letu:

a) Skrčný způsob je nejjednodušší technikou ve skoku do dálky. Švihová noha vykonává velmi jednoduchý pohyb. Během celého letu zůstává stehno švihové nohy pokrčené a téměř vodorovně před tělem. Po odrazu, v jeho dozvuku a během stoupání skokana, se odrazová noha ohýbá směrem ke stehnu. Když se odrazová a švihová noha setkají ve vodorovné poloze před tělem, skokan se nachází přibližně ve třech čtvrtinách letu. Poté začíná příprava na doskok, při

které skokan vykopne bérce obou nohou dopředu. Během celého letu zůstávají hlava a trup vzpřímené. Při doskoku do doskočiště se nohy ohýbají v kolenou a pánev se tlačí vpřed přes paty. Paže se pohybují ze zapažení do předpažení (Kněnický et al., 1974).



Obr. 3 Kinogram skoku do dálky skrčným způsobem (Kuchen et al., 1986)

b) Závěsný způsob skoku do dálky umožňuje velké přednožení při doskoku. Po odrazu skokan spouští švihovou nohu dolů, zatímco odrazová noha se pohybuje vpřed s pokrčením v koleni. Obě nohy se setkávají pod tělem, přičemž pánev se vysouvá vpřed. Trupu je pomáháno do mírného záklonu pomocí paží, které následně přecházejí do vzpažení. V této pozici skokan setrvává do poloviny délky skoku, což je označováno jako závěsná poloha. Stehna pak začínají pracovat na doskoku pohybem dopředu a nahoru, následovaným předkopnutím obou nohou, podporovaným napětím břišních svalů. Trup se mírně předklání, paže přecházejí do předpažení a při doskoku se dostávají do zapažení (Kuchen et al., 1986).



Obr. 4 Kinogram skoku do dálky závěsným způsobem (Kuchen et al., 1986)

c) Způsob krokem je koordinančně nejnáročnější a je vhodný pro skokany, kteří se odrážejí dále za těžištěm těla a musí vyrovnávat rotace jak kolem podélné, tak kolem příčné osy těla. Při letu skokani vyměňují dolní končetiny jednou nebo dvakrát. Tuto techniku používá většina špičkových skokanů, zatímco skokani na nižší úrovni výkonu skáčou s jednou výměnou. V rámci školní tělesné výchovy je vhodné nacvičovat jednodušší variantu této techniky.

(Kuchen et al., 1986)



Obr. 5 Kinogram skoku do dálky kročným způsobem (Kuchen et al., 1986)

2.4.4 Doskok

Technika doskoku může zásadně ovlivnit celkový výkon skoku. Jeho úspěšnost závisí na správném umístění nohou v okamžiku doteku se zemí, výšce těžiště a technice přenesení těžiště přes místo opory. Čím vzpřímenější je trup při doskoku, tím blíže může skokan dosáhnout nohama k optimálnímu místu dopadu na doskočišti. Je důležité, aby skokan dokázal přenést těžiště přes místo opory s minimální ztrátou dosažené vzdálenosti. (Kněnický, 1977).

2.5 Rychlost

Rychlost můžeme popsat jako schopnost zahájit a provést pohyb v co nejkratším čase, a to buď bez odporu, nebo s minimálním odporem. Tento pohyb se vykonává s maximálním úsilím po dobu do 15 sekund, aniž by se překonával odpor, nebo s odporem do 20 % maxima. Rychlost je převážně určena genetickými faktory. Ačkoli se mohou jednotlivé faktory ovlivňující rychlostní výkon lišit mezi sporty a disciplínami, existuje soubor faktorů, které se odrážejí v každém rychlostním výkonu. Základem rychlostní schopnosti není pouze rychlost samotného pohybu, ale také schopnost vyvinout rychlou sílu, koordinace a motorické učení. (Lehnert, et. al., 2014)

Rychlost můžeme členit na tyto typy: Reakční rychlost, akční (realizační rychlost), akcelerační rychlost a frekvenční rychlost.

2.5.1 Reakční rychlost

Rychlost reakce je určena časem od momentu, kdy podnět začne působit, do začátku pohybu. Tento časový úsek ovlivňuje celkovou délku trvání pohybu, a proto se reakční rychlost často řadí nejen mezi koordinační schopnosti, ale také mezi schopnosti rychlostní. Sportovci

reagují na různé podněty, jako jsou vizuální, dotykové nebo pohybové signály. V tréninku je důležité rozlišovat mezi jednoduchou a výběrovou reakcí. Jednoduchá reakce je odpovědí na pevně daný podnět s přesně určeným pohybem, jako například start plavce nebo sprintera na výstřel. (Lehnert, et. al., 2014)

Doba od podnětu do začátku pohybu (0,1 až 0,2 sekundy) je do značné míry geneticky podmíněna. Výběrová reakce je odpovědí na různé očekávané nebo neočekávané podněty, na které sportovec reaguje některou z naučených pohybových dovedností. Tato reakce trvá déle, protože vyžaduje rozhodování a výběr vhodného řešení, a je ovlivněna množstvím osvojených pohybových dovedností. Bylo prokázáno, že s rostoucí výkonností sportovce se doba výběrové reakce na specifické sportovní podněty zkracuje (Cissik. J.M., 2005).

2.5.2 Akční (akcelerační) rychlost

Rychlost pohybu je výsledkem svalové kontrakce a předchází aktivity nervosvalového systému, což vede ke změně polohy těla nebo jeho částí (Lehnert, et. al., 2014). Na základě fázi pohybu rozlišujeme mezi acyklickou a cyklickou pohybovou rychlostí. Acyklická rychlost se týká schopnosti provést jednorázový pohyb maximální rychlostí bez odporu nebo proti malému odporu, například při smeči, hodů míčem nebo oštěpem, střelbě či golfovém úderu. Její podstatou je zejména rychlost svalové kontrakce, a proto se při jejím tréninku využívají metody zaměřené na rozvoj rychlé síly, jako jsou rychlostní, balistické a plyometrické metody (Lehnert et. al., 2010).

Cyklická rychlost, typická pro opakované nepřerušované provádění určitého pohybového cyklu s vysokou frekvencí, je nejčastěji spojena s pohyby jako je běh. Biomechanicky se cyklické pohyby vyznačují střídáním fáze opory a fáze letu, což je patrné zejména při sprinterských disciplínách nebo ve sportovních hrách s rychlými změnami směru. Cyklická rychlost se dále dělí na akcelerační rychlost, frekvenční rychlost a rychlost se změnou směru (Lehnert et. al., 2010).

2.6 Síla

Síla je zásadní pro dosažení sportovních výkonů v různých disciplínách. Lze ji definovat jako schopnost svalů překonávat, udržovat nebo odolávat odporu pomocí svalových kontrakcí, ať už při pohybu nebo v klidovém stavu. Je nutné chápat sílu jako soubor různých schopností, které jsou do určité míry specifické a samostatné, což je třeba brát v úvahu při sestavování

tréninkových programů (Lehnert, et. al., 2014). Lze rozlišit typy síly: maximální síla, rychlá síla (startovní a explozivní), reaktivní síla, silová vytrvalost (vytrvalostní síla).

Maximální síla představuje schopnost svalů vyvinout nejvyšší možnou úroveň síly prostřednictvím volní kontrakce, ať už během pohybu nebo v nehybném stavu. Je to největší síla, kterou dokáže sval nebo skupina svalů vyvinout při jednom opakování s maximálním možným odporem, ať už při koncentrické, excentrické, nebo izometrické svalové kontrakci, (Lehnert, et. al., 2014).

Rychlá síla je schopnost vyvinout co největší silový impuls v daném časovém úseku, kdy se pohyb musí uskutečnit, nebo dosáhnout maximální síly v co nejkratším čase. Tato síla je klíčová pro pohyby trvající do 200-250 ms (pro delší aktivity je rozhodující maximální síla). Spojuje rychlostní složku a požadovanou úroveň svalové síly, přičemž ani jedna složka nedosahuje svého maxima. V kontextu sportovních výkonů je rychlou sílu nutné posuzovat ze dvou perspektiv. Když je cílem provést pohyb co nejrychleji v nejkratším možném čase, hovoříme o startovní síle (např. při sprintovém startu, boxerském úderu nebo kopu ve fotbale). Když jde o dosažení nejvyšší rychlosti v závěrečné fázi pohybu, mluvíme o výbušné síle (např. při tenisu, odrazu na smеч ve volejbale nebo ve skoku do výšky či dálky) (Lehnert, et. al., 2014).

2.6.1 Explozivní síla

Zahradník (2012) popsal explozivní sílu jako schopnost vyvinout co největší sílu proti nízkému vnějšímu odporu nebo proti hmotnosti vlastního těla při maximálním zrychlení během jednorázového, necyklického pohybu zapojených částí těla, jako jsou hody, skoky nebo vrhy. Explozivní síla je charakterizována vysokým zrychlením a nízkým odporem. Tato síla se rozvíjí zejména při cvičeních, kde sportovec usiluje o maximální zrychlení pohybu, přičemž často využívá hody, skoky a přeskoky přes překážky. Fox (1988) tvrdí, že explozivní síla je schopnost překonat submaximální odpor s maximální rychlostí. Mezitím Kirkendall et al. v Syafruddin (2011) navrhují, že: "explozivní síla je výsledkem úsilí vynaloženého v jednotkách času, které je prováděno při kontrakci svalů k pohybu objektů na určitou vzdálenost nebo čas".

2.6.2 Vertikální výskok

Jde o test využívaný k posouzení úrovně explozivní síly dolních končetin. Výsledek je ovlivněn různými faktory, včetně typu a intenzity cvičení, které mají vliv na schopnost těla dosáhnout co nejvyššího skoku (Martinez, 2017).

2.7 Hodnocení svalové síly

Funkční testy jsou zaměřeny na co nejobektivnější měření síly jednotlivých svalů nebo svalových skupin zapojených do pohybu (Janda, 1996). Svalovou sílu lze posuzovat pomocí těchto testů (Bohannon, 2002). Hodnocení svalové síly může být prováděno jak laboratorními, tak terénními testy. Laboratorní testy se provádějí ve specifickém prostředí s konstantními podmínkami pro všechny účastníky. Výhodami laboratorních testů jsou nezávislost na počasí, časová flexibilita a vysoká spolehlivost. Nevýhodou je jejich vyšší finanční náročnost (Měkota & Kovář, 1996).

Terénní testy se provádějí v přirozeném prostředí a mají formu výkonových testů. Pohyby při těchto testech jsou přirozené a odpovídají pohybům při skutečném tréninku. Úroveň vytrvalosti se posuzuje srovnáním dosaženého výkonu s normativními údaji. Tyto testy jsou velmi jednoduché, praktické a časově nenáročné, a lze je provádět jak u jednotlivců, tak u skupin. Nevýhodou terénních testů je nepřesnost měření, proměnlivost okolních podmínek a omezené možnosti měření některých parametrů (Hnízdil & Havel, 2012).

2.7.1 Boscův test

Pro testování se používá speciální výskokový ergometr s připojenou odrazovou deskou k počítači. Tento přístroj umožňuje přesné měření doby letové a oporové fáze výskoků s přesností na tisícinu sekundy a výpočet různých parametrů, jako je výška skoku (Bosco et al., 1983). Princip testu spočívá v opakovaných maximálních výskytech, kdy kolena během odrazu svírají úhel 90 stupňů, a slouží k posouzení anaerobní kapacity a explozivní síly dolních končetin prostřednictvím opakovaných skoků. Délka testu se může lišit (od 10 do 60 sekund) podle konkrétních požadavků a umožňuje hodnotit jak explozivní, tak vytrvalostní sílu dolních končetin v závislosti na délce testu. Hlavními výstupy této metody jsou parametry jako doba letové fáze (s), průměrný čas jednoho výskoku (s), počet výskoků za minutu, relativní práce (J/kg) a absolutní práce (kJ).

2.7.2 Test skoku dalekého z místa

V tomto testu je cílem překonat co nejdelší vzdálenost pomocí odrazu. Výsledky tohoto testu nám umožňují odhadnout úroveň dynamické explozivní síly dolních končetin (Kovář et al., 1993). Sportovec začíná ze stoje s rozkročenýma nohama a špičkami těsně u odrazové čáry. Skok je proveden s využitím odrazu směrem dopředu, přičemž je povolen lehký podřep, švih paží a pohyb těla. Délka skoku se měří od odrazové čáry k místu, kde se dotkne bližší pata.

2.7.3 Test vertikálního výskoku

Tento test má za cíl dosáhnout maximálního vertikálního výskoku jedince. Je hojně využíván v basketbale, rugby, volejbale a skoku do výšky. Existují různé varianty vertikálního výskoku, jako je například CMJ (countermovement jump) nebo SJ (squat jump).

Pro provedení testu (tzv. dosahovací metoda) si jedinec stoupne před stěnu a natáhne paže co nejvýše, což určuje referenční bod (bod 0). Poté provede skok s cílem dosáhnout co nejvyššího výskoku. Po skoku se měří rozdíl mezi bodem 0 a místem dotyku. Skok lze provést bez rozběhu nebo s krátkým rozběhem na tři kroky. Pro měření se často používají i jiné metody, které jsou založené na měření doby bezoporové fáze a využívají tlakovou (silovou, časovou) podložku nebo optometrický systém (Měkota a Blahuš, 1983).

2.7.4 Drop test jump

Test fyzické kondice a síly nohou, známý jako skok po seskoku nebo skok do hloubky, spočívá v tom, že sportovec seskočí z platformy na podlahu a ihned provede co nejvyšší vertikální výskok. Výška skoku je měřena od okamžiku, kdy se dotkne nohou podlahy, až po jeho opětovný odraz.

Sportovec stojí na platformě vedle měřící podložky, s rukama v bok tuto pozici zachovává po celou dobu skoku. Po seskoku z platformy na podlahu sportovec při dopadu pokrčí kolena a okamžitě provede maximální vertikální skok, dopadá na podlahu oběma nohama současně a následně se vrací na místo odrazu. Test je možné opakovat s adekvátním odpočinkem mezi pokusy.



Obr. 6 Drop jump test – způsob provedení

Zdroj: <https://www.topendsports.com/testing/tests/drop-jump.htm>

Vertikální výšku skoku lze spočítat podle tohoto vzorce: výška skoku = $\frac{g \cdot t^2}{8}$. Další faktory zahrnují dobu kontaktu se zemí, což je interval od prvního dotyku chodidla se silovou plošinou po okamžik, kdy nohy sportovce opustí podložku. Index reaktivní síly (RSI) lze vypočítat jako poměr výšky skoku k době kontaktu se zemí, což odráží svalový výkon a schopnost rychle reagovat na pohybovou aktivitu. Tento proces zahrnuje protažení a následné zkrácení svalu, které se opakuje v cyklu.

Nevýhody tohoto testu zahrnují možné změny polohy těla během výskoku a dopadu. Pokud sportovec při dopadu pokrčí kolena, může to ovlivnit výpočet výšky skoku.

2.7.5 Countermovement jump (CMJ)

Tento test slouží k posouzení výbušné síly dolních končetin. Je to jeden z nejčastěji používaných testů. Test lze provádět s pomocí nebo bez pomoci horních končetin. Při použití horních končetin, může dojít k nárůstu výkonu o 10 % nebo více (Klavara, 2000).

Pro měření se využívají kontaktní rohože, silové platformy, infračervené platformy, akcelerometry nebo lineární snímače polohy; dokonce i video analýza, avšak silové platformy jsou často považovány za "zlatý standard" pro jejich přesnost.

Sportovec začíná ze stoje s rozkročenýma nohama na šířku pánve, ruce jsou v bok. Cvik začíná pohybem do podřepu, kdy je úhel v kolenním kloubu asi 90°, a pokračuje prudkým odrazem směrem nahoru s nataženými špičkami. Skok končí návratem do výchozí polohy. Tento proces lze opakovat, s pauzou mezi každým pokusem trvající 5–10 sekund (Walker, 2016).

Chyby, které se mohou při tomto testu vyskytnout, zahrnují neúmyslné skákání dopředu, dozadu nebo do stran, což může ovlivnit výsledky testu. Může také dojít k provedení skoku před

pokynem testera nebo k slabému odrazu. Z výsledků testu lze získat následující měřené parametry:

- Absolutní síla (N)
- Relativní síla ($N \cdot kg^{-1}$)
- Absolutní výkon (W)
- Rychlost ($m \cdot s^{-1}$)
- Míra rozvoje síly ($N \cdot s^{-1}$)
- Silový impulz ($N \cdot s$)

2.7.6 Squat Jump (SJ)

Tento test hodnotí maximální explozivní sílu dolních končetin, přičemž výchozí pozice je statická, konkrétně v podřepu. Na rozdíl od CMJ testu je méně používaný pro určení reaktivní síly sportovce během SSC (Stretch-shortening cycle) cyklu. Testovaná osoba stojí ve stoje s nohama na šířku pánve a ruce má v bok. Na pokyn se osoba spouští do podřepu, zastaví a stabilizuje se v této pozici před maximálním odrazem, přičemž pomoc rukou je zakázána pro maximalizaci práce dolních končetin (Walker, 2017). Během testu se měří maximální výška dosaženého skoku s přesností na centimetry, rychlost provedení a síla odrazu. Obvykle se provádí čtyři pokusy, přičemž jeden z nich slouží jako tréninkový. Mezi každým pokusem je pauza trvající 5–10 sekund.

Chyby, které se mohou vyskytnout při provádění testu, zahrnují nejen nedodržení pravidla s rukama v bok a správné pozice s úhlem 90° v kolenou, ale také další aspekty zmíněné u CMJ. Výsledky testu poskytují následující parametry:

- Relativní síla ($N \cdot kg^{-1}$)
- Absolutní výkon (W)
- Rychlost ($m \cdot s^{-1}$)
- Míra vývoje síly ($N \cdot s^{-1}$)

Celkový výsledek lze následně vypočítat dvěma způsoby: buď se vezme nejlepší výsledek ze tří provedených skoků, nebo se vezme průměrná hodnota.

2.8 Nástroje pro analýzu explozivní síly dolních končetin

2.8.1 Silová plošina AMTI

Silovou plošinu AMTI (AMTI, Watertown, USA) jsme použili při testování v této práci. Tohle zařízení je dynamometrická deska, která umožňuje sledovat a zaznamenávat časový průběh reakční síly podložky během odrazu. Tato zařízení měří také maximální sílu, která působí na podložku, čas potřebný k jejímu vyvinutí, akcelerační a brzdny impuls síly, dobu trvání brzdneho a akceleračního impulsu, rychlost odrazu, výšku skoku a míru jeho poklesu (Janura, 2003).

2.8.2 Optojump

Systém Optojump Next od společnosti Microgate z Itálie se skládá z vysílacích a přijímacích lišt, každá vybavená 96 LED diodami s rozlišením 1,0416 cm. LED diody na vysílací liště nepřetržitě komunikují s LED diodami na přijímací liště. Tento systém detekuje přerušeni komunikace mezi lištami a měří jejich trvání, což umožňuje přesné měření letových a kontaktních časů během série skoků s přesností na 1/1000 sekundy (Microgate, 2009-2018). Software na základě těchto dat poskytuje širokou škálu parametrů spojených s výkonem sportovce s maximální přesností a v reálném čase. Absence pohyblivých mechanických částí zajišťuje vysokou spolehlivost systému. Mezi hodnocené ukazatele, které lze získat, patří:

- Kontaktní doba
- Letový čas
- Reakční doba na zvukový / vizuální podnět
- Výška těžiště
- Měrný výkon (W / kg)
- Frekvence

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Cílem této práce je identifikovat rozdíly v rychlosti při odraze a explozivní síle dolních končetin u vybrané skupiny atletů a zjistit, jaká je vztah mezi rychlostí rozběhu a délkou skoku.

3.2 Dílčí cíle

- 1) Identifikovat rozdíly v rozběhové rychlosti při odraze a explozivní síle dolních končetin u výkonnostních atletů.
- 2) Zjistit, jaká je závislost mezi rychlostí rozběhu a délkou skoku.

3.3 Výzkumné otázky

- 3) Budou existovat inter-individuální rozdíly mezi sportovci ve výbušné síle dolních končetin, rychlosti rozběhu a délce skoku?
- 4) Je vyšší rozběhová rychlost asociována s větší délkou skoku do dálky?

4 METODY

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor byl tvořen 5 atlety (průměrná výška 1,83 m; průměrná hmotnost 74 kg; průměrný věk 22 let) specializujícími se na skok daleký. Měření dokončili pouze tři z nich, dva nedokončili z důvodu zranění. Proto byla provedena individuální analýza případových studií pro každého atleta. Všichni účastníci mají více než 6leté zkušenosti se systematickým tréninkem. V rámci systému národního hodnocení soutěží se tyto účastníci nacházejí v I. lize (tzn. Top 30 v ČR). Žádný z účastníků v minulosti neprodělal zranění kosterně svalového systému, které by mohlo následně ovlivnit výsledky výzkumu. Projekt bakalářské práce byl součástí projektu "Hodnocení nervosvalové koordinace u mladých sportovců", který byl schválen etickou komisí FTK UP pod číslem 4 / 2018 (Příloha 1). Každému sportovci byl před měřením vysvětlen cíl a průběh měření s možností kdykoliv z výzkumu odstoupit. Od všech participantů byl rovněž podepsán informovaný souhlas.

4.2 Protokol měření a sběr dat

Hlavní měření probíhalo na kampusu katedry studii lidského pohybu v Ostravě a na katedře přírodních věd v kinantropologii (FTK UP, Olomouc). Před měřením všichni účastníci nejprve provedli své obvyklé rozcvičení a byli seznámeni s průběhem měření. Měření bylo rozděleno do dvou hlavních etap a to I. etapa – Měření explozivní síly dolních končetin; II. etapa – Skok daleký.

4.2.1 Etapa I. – Měření explozivní síly dolních končetin

Vertikální výskok, silové plošiny, nepřímá metoda pomocí výšky výskoku (cm).

Pro každého atleta byly zaznamenány 4 pokusy. Všem účastníkům byla sdělena instrukce, že se mají před samotným testem individuálně rozcvičit dle vlastní potřeby. Každý účastník byl poučen o provedení testování. Jednotliví účastníci se postavili na silové plošiny s rukama v bok. Následně po pokynu „skoč“ vykonali dřep s maximálním výskokem.



Obr. 7 nastavení silové plošiny (převzato z <https://sluzby.ftk.upol.cz/verejnost/laborator-rovnovahy>)

4.2.2 Etapa II. – Skok daleký

Hlavní měření probíhalo v jednom dni formou simulovaného závodu jednotlivců. Všichni účastníci dorazili na katedru ve stejném čase. Nejprve proběhlo seznámení s průběhem měření (závodu) a poté provedli všichni účastníci své obvyklé rozcvičení v délce trvání maximálně 1 hodiny.

Popis průběhu měření/závodu, pravidla tzn. přešlap (hlídáno pomocí záznamu na iPad), ad.

Mezi měřené parametry patřila rozběhová rychlost měřená v metrech za sekundu (m/s) při odraze a výsledný výkon skoku dalekého v centimetrech (cm).

Pro každého atleta bylo zaznamenáno 5 pokusů. Všichni závodníci byli instruováni, aby svůj odraz provedli nejlépe ve vymezeném prostoru, který byl vyznačen páskou, která byla umístěna 0,5 m před koncem odrazového břevna. Tyto pokusy byly započítány jako platné. Vymezený prostor byl vyznačen z důvodu zpětného posouzení místa odrazu. V tomto prostoru bylo zařízení iPad, které zaznamenávalo místa odrazu.

4.3 Experimentální nastavení

Základní antropometrické parametry byly získány pomocí bioelektrické impedance (InBody 770). V rámci měření první etapy byla použita jedna silová plošina (AMTI, Katedra přírodních věd v kinatropologii, třída Míru 117, 771 11 Olomouc) operující na frekvenci 1000 Hz. Mezi vybrané proměnné patřila výška výskoku v centimetrech (cm).

Měření druhé etapy probíhalo hromadně na Atletické dráze na kampusu Katedry studií lidského pohybu v Ostravě. Podmínky byly simulovány reálnému závodu na klasické rozběhové dráze (tartanový povrch) a doskočištěm. Pro měření rozběhové rychlosti bylo využito dvou fotobuněk (EGMedical s.r. o., Brno, Czech Republic), které byly umístěny v blízkosti odrazového prkna (viz. Obrázek 8). První fotobuňka byla umístěna ve vzdálenosti 2 m od druhé fotobuňky. Druhá fotobuňka byla umístěna v úrovni odrazového prkna. Délka skoku byla měřena v centimetrech (cm) pomocí pásma



Obr. 8 Nastavení fotobuněk (Vlastní fotografie)



Obr. 9 Nastavení přístroje na měření rychlosti (Vlastní fotografie)



Obr. 10 Doskočiště s nastavenými fotobuňkami (Vlastní fotografie)



Obr. 11 Odrazové břevno s vyznačenou plochou odrazu (Vlastní fotografie)

4.4 Statistické zpracování dat

K vytvoření tabulek byl použit program Microsoft Excel (Microsoft Excel, 2002). Grafy byly vytvořeny pomocí programu RStudio (RStudio Team, 2023) za použití funkcí `boxplot` a funkce `plot` ze základní knihovny programu. K vypočítání korelace byl použit Spearmanův korelační koeficient z důvodu nenormálního rozložení dat.

5 VÝSLEDKY

Ve výsledcích této práce budeme popisovat měření tří atletů, kteří prošli stejným testováním (dále označeni jako Atlet 1, Atlet 2 a Atlet 3). Výsledky nebyly statisticky zpracovány z důvodu nízkého počtu měření. Nejprve budou porovnány výšky vertikálního výskoku mezi jednotlivými atlety, dále pak rychlosti rozběhů daných atletů mezi sebou. V konečné části výsledků bude zhodnocena korelace mezi rychlostí rozběhu při odraze a její významnost na délce skoku. Každý atlet měl při vertikálním výskoku čtyři pokusy, dále potom při samotném skoku dalekém a zjišťování rychlosti rozběhu při odraze měl každý atlet 5 měřených pokusů.

5.1 Naměřené hodnoty jednotlivých atletů

Atlet 1 s parametry 189 cm, 81 kg ve věku 24 let s 4letými zkušenostmi se systematickým tréninkem specializující na skokanské disciplíny jakožto skok daleký, skok vysoký a trojskok. Před atletikou se zabýval 15 let skoky na lyžích na vrcholové úrovni, kde si vytvořil fyzické předpoklady pro skok daleký. Naměřené výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab.: 1 Rozdílná velikost měření atleta 1

Pokus	Výška vertikálního výskoku (cm)	Pokus	Rychlost rozběhu (m/s)	Délka skoku (cm)
1	50.2	1	9.37	605
2	50.6	2	9.37	615
3	50.2	3	9.37	631
4	51.9	4	9.67	625
		5	10	627

Atlet 2 s parametry 184,5 cm, 75 kg ve věku 23 let s 15letými zkušenostmi se systematickým tréninkem specializující se na desetiboj. Současně během atletické kariéry závodně provozuje sjezdové lyžování. V desetiboji je skok daleký jednou ze stěžejních disciplín. Naměřené výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab.: 2 Rozdílná velikost měření atleta 2

Pokus	Výška vertikálního výskoku (cm)	Pokus	Rychlost rozběhu (m/s)	Délka skoku (cm)
1	46.8	1	10	644
2	48.1	2	9.09	644
3	48	3	9.37	628
4	48	4	9.47	620
		5	10	625

Atlet 3 s parametry 176 cm, 68,4 kg ve věku 20 let s 6letými zkušenostmi se systematickým tréninkem specializující se na sprinty na vzdálenost 100 m, 200 m a skok daleký. V posledních letech se více zaměřuje na sprinterské disciplíny, a tudíž má dobré rychlostní předpoklady pro skok daleký. Naměřené výsledky jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab.: 3 Rozdílná velikost měření atleta 3

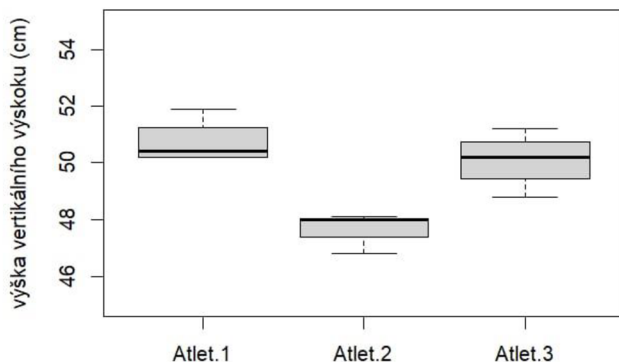
Pokus	Výška vertikálního výskoku (cm)	Pokus	Rychlost rozběhu (m/s)	Délka skoku (cm)
1	50.1	1	9.67	625
2	50.3	2	9.09	606
3	51.2	3	9.09	610
4	48.8	4	10.71	630
		5	9.09	585

5.2 Porovnání atletů mezi sebou

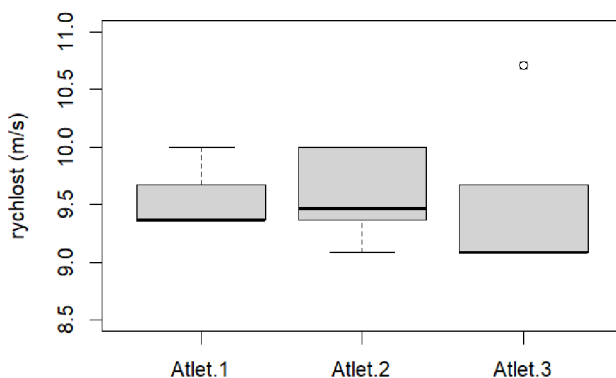
V porovnání atleta 1 a atleta 2 jsme zjistili, že rozdíly ve vertikálním výskoku byly rozdílné, kde atlet 1 získal vyšší hodnoty než atlet 2. U porovnání rychlosti rozběhu při odraze nebyly zásadní rozdíly v naměřených hodnotách

V porovnání atleta 1 s atletem 3 jsme zjistili, že rozdíly ve vertikálním výskoku nebyly významně rozlišné, kde oba atleti naměřili podobné hodnoty. U porovnání rychlosti rozběhu při odraze nebyly významné rozdíly.

V porovnání atleta 2 s atletem 3 jsme zjistili, že rozdíly ve vertikálním výskoku byly značné, kde atlet 3 naměřil vyšší hodnoty než atlet 2. U porovnání rychlosti rozběhu při odraze nebyly značné rozdíly v naměřených hodnotách.



Tab.: 4 Porovnání výšky vertikálního výskoku atletů 1,2,3. Na svislé ose jsou hodnoty výšky vertikálního výskoku, na vodorovné ose jsou označeni jednotliví atleti. Zobrazeno pomocí krabicových grafů, černá vodorovná čára v grafu reprezentuje medián (střední hodnota), hranice krabice zobrazují mezikvartilové rozpětí, odstupující svislé čáry zobrazují rozsah celé datové sady vyjma odlehlých hodnot.

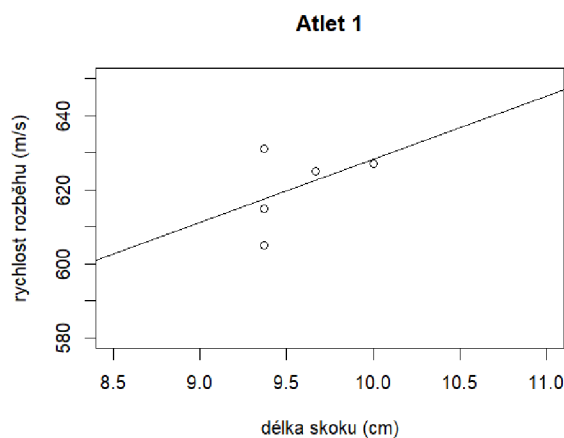


Tab.: 5 Porovnání rychlostí rozběhu při odraze u atletů 1,2,3. Na svislé ose jsou hodnoty rychlostí rozběhu při odraze, na vodorovné ose jsou označeni jednotliví atleti. Zobrazeno pomocí krabicových grafů, černá vodorovná čára v grafu reprezentuje medián (střední hodnota), hranice krabice zobrazují mezikvartilové rozpětí, odstupující svislé čáry zobrazují rozsah celé datové sady vyjma odlehlých hodnot.

5.3 Vztah mezi rozběhovou rychlostí při odraze a délkou skoku

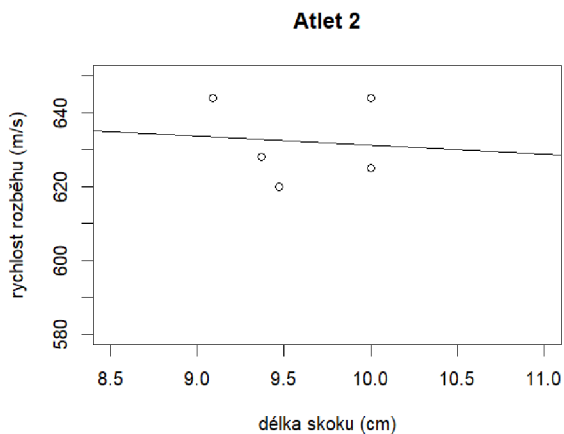
V této kapitole bude popsán vztah těchto dvou proměnných pomocí výpočtů Spearmanova korelačního koeficientu a pomocí grafu s regresní přímkou u jednotlivých atletů.

U atleta 1 byl Spearmanův korelační koeficient roven 0.34, což značí, že rychlost nemá významný vliv na délku skoku. Vztah je zobrazen také pomocí regresní přímky na grafu (viz. Obrázek 12)



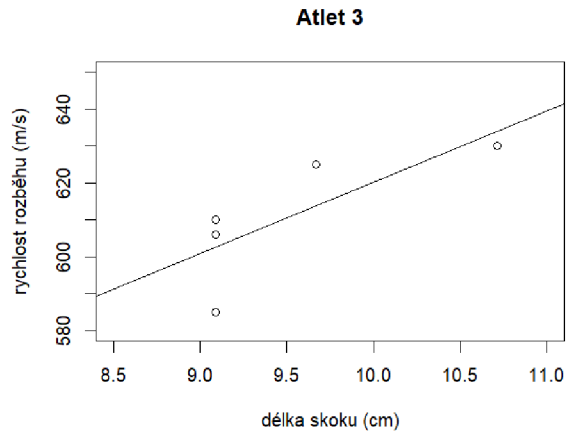
Obr. 12 Vztah mezi rychlostí rozběhu při odraze a délce skoku u atleta 1. Vyjádřeno bodovým grafem, jednotlivé body reprezentují všechny naměřené hodnoty pro atleta. Černá plná čára reprezentuje regresní přímku.

U atleta 2 byl Spearmanův korelační koeficient roven -0.24 což značí, že rychlost má mírně negativní vliv na délku skoku. Vztah je zobrazen také pomocí regresní křivky na grafu (viz. Obrázek 13).



Obr. 13 Vztah mezi rychlostí rozběhu při odraze a délce skoku u atleta 2. Vyjádřeno bodovým grafem, jednotlivé body reprezentují všechny naměřené hodnoty pro atleta. Černá plná čára reprezentuje regresní přímku.

U atleta 3 byl Spearmanův korelační koeficient roven 0.89 což značí, že rychlost měla významný vliv na délku skoku. Vztah je zobrazen také pomocí regresní křivky na grafu (viz. Obrázek 14)



Obr. 14 Vztah mezi rychlostí rozběhu při odraze a délce skoku u atleta 3. Vyjádřeno bodovým grafem, jednotlivé body reprezentují všechny naměřené hodnoty pro atleta. Černá plná čára reprezentuje regresní přímku.

6 DISKUSE

Tato bakalářská práce měla za cíl zjistit, zda existují rozdíly v rozběhové rychlosti a explozivní síle dolních končetin u skokanů do dálky a jaký je vztah mezi rychlostí rozběhu při odraze a délkou skoku. K zjištění proměnných jsme první zjišťovali explozivní sílu dolních končetin, která byla změřena pomocí silových plošin. Nebylo známo, že některý z atletů byl v době měření zraněný. Každý z atletů si prošel v rámci své atletické kariéry různými přípravami, ze kterých získal potřebné aspekty k tomu, aby vykonal co nejlepší výkon. Atleti nebyli nijak předem připraveni fyzicky na samotný test explozivní síly a skoku dalekého prováděného pro tuto specifickou práci. Je dopředu důležité zdůraznit, že data byly sesbírány od malého počtu účastníků.

Při porovnání atleta 1 s atletem 2, můžeme vidět významné rozdíly ve výšce vertikálního výskoku, kde atlet 1 dosáhl vyšších výkonů než atlet 2. Můžeme tedy stanovit že atlet 1 má větší explozivní sílu dolních končetin než atlet 2. Při dalším porovnání atleta 1 s atletem 2 u rozběhových rychlostí při odraze bylo vyzorováno, že není velký rozdíl mezi těmito rychlostmi. Při porovnání atleta 1 s atletem 3 nebyly zjištěny významné rozdíly ve výškách vertikálního výskoku. Můžeme tedy předpokládat, že tito dva atleti měli podobnou explozivní sílu dolních končetin. V dalším porovnání rychlostí při odraze, jsme zpozorovali podobně naměřené hodnoty. Z toho důvodu můžeme také konstatovat, že mají podobné rychlostní dispozice. Při porovnání atleta 2 a atleta 3 byly pozorovány podobné výsledky jako u porovnání atleta 1 a atleta 2. Rozdíl mezi výškou vertikálního výskoku byl významný. Můžeme znovu konstatovat, že má atlet 3 větší explozivní sílu dolních končetin než atlet 2. U rychlostí rozběhů nebyly zjištěny velké rozdíly. Můžeme tedy předpokládat, že tito dva atleti mají podobné rychlostní dispozice. Rychlost rozběhu je klíčový faktor k tomu, aby skokan dosáhl optimální vzdálenosti skoku. Dále zmiňoval že skokan bez dobrého rozběhu nemůže dosáhnout dobré vzdálenosti. Syafruddin (2011) vysvětluje, že explozivní síla je schopnost člověka překonat odpor nebo zátěž vysokou rychlostí v kompletním pohybu.

V druhé části byla zjišťována korelace mezi rychlostí rozběhu při odraze a délkou skoku. V této otázce byly posuzováni stejní atleti, ale každý jednotlivě. U Atleta 1 byla minimální závislost mezi rychlostí rozběhu při odraze na délku skoku. U atleta 2 byla minimální závislost až lehce negativní závislost mezi rychlostí rozběhu a délkou skoku. U atleta 3 byla poměrně silně pozitivní závislost mezi rychlostí na délce skoku, kde bylo vyzorováno, že větší rychlost způsobí větší délku skoku. Podle Hays (1993) je rozhodující faktor pro dosažení lepšího skokanského výkonu schopnost zvýšit rychlost rozběhu. Podle Bridgett & Linthorne (2006) a Graham-Smith & Leese, (2005) se přiblížení k rychlostnímu běhu při odraze jeví jako jednoduché, ale ve

skutečnosti je pro skokany výzvou zajistit, aby v okamžiku odrazu nedosáhli maximální rychlosti, ale optimální. Při běhu si skokan musí být vědom, že optimální rychlost není vždy maximální rychlostí, když se blíží k odrazovému prknu. V tom okamžiku musí udržovat velmi dobrou rovnováhu mezi těmito dvěma úrovněmi rychlosti běhu. Můžeme tedy konstatovat, že nemusí být rozhodující maximální rychlost atleta, ale maximální kontrolovaná rychlost, z které dokáže vytvořit ideální podmínky k odrazu. Pro optimalizaci tréninkových metod pro atlety, co se specializují na skok daleký můžeme podle poznatků z této práce konstatovat, že pro ty atlety, kteří mají vyšší rozběhovou rychlost mají dále čerpat z jejich rychlostních predispozicí. Dále je potřeba rozvíjet u těchto atletů sílu dolních končetin, aby mohli maximalizovat svůj výkon. Pro ty atlety, kteří nemají natolik dobré rychlostní predispozice, ale naopak disponují vyšší explozivní silou dolních končetin je důležité rozvíjet rychlostní parametry, ale i stabilizovat svou přednost v síle.

7 ZÁVĚRY

Výzkum zaměřený na analýzu techniky a výkonnosti skokanů do dálky přinesl důležité poznatky, které mohou významně přispět k optimalizaci tréninkových metod. Bylo zjištěno, že jednotliví atleti mohou dosahovat vysokých výkonů různými způsoby, což zdůrazňuje potřebu individuálního přístupu k tréninku.

Z analýzy techniky skoku dalekého a hodnocení explozivní síly dolních končetin vyplynulo, že vyšší rychlost může narušit optimální provedení odrazu, zatímco u jiných je rychlost rozběhu klíčovým faktorem pro dosažení maximální délky skoku. Navíc se ukázalo, že kombinace vysoké rychlosti rozběhu a silného odrazu může mít u některých atletů vysoce pozitivní vliv na jejich výkon.

8 SOUHRN

Tato práce se zaměřuje na analýzu techniky a výkonnosti skokanů do dálky s cílem poskytnout poznatky, které mohou významně přispět k optimalizaci tréninkových metod. Bylo zjištěno, že jednotliví atleti mohou dosahovat vysokých výkonů různými způsoby, což zdůrazňuje potřebu individuálního přístupu k tréninku. Z analýzy techniky skoku dalekého a hodnocení explozivní síly dolních končetin vyplynulo, že vyšší rychlost může narušit optimální provedení odrazu, zatímco u jiných je rychlost rozběhu klíčovým faktorem pro dosažení maximální délky skoku. Kombinace vysoké rychlosti rozběhu a silného odrazu může mít u některých atletů vysoce pozitivní vliv na jejich výkon.

Výzkum využil moderní nástroje, jako je silová plošina AMTI, k hodnocení explozivní síly dolních končetin, což umožnilo přesná měření a poskytlo cenná data pro další analýzu.

Cíle práce byly zjistit interindividuální rozdíly mezi jednotlivými atlety a jaký má vliv explozivní síla dolních končetin a rozběhová rychlost při odraze na délku skoku. Byly použity metody jako testování vertikálního výskoku pro posouzení explozivní síly pomocí silových plošin AMTI a fotobuňky pro změření rozběhové rychlosti. Tréninkové plány by měly být přizpůsobeny individuálním potřebám a schopnostem každého atleta, s ohledem na jejich specifické silné a slabé stránky. Tento přístup může vést k maximálnímu zlepšení výkonnosti a optimálním výsledkům ve skoku do dálky.

Závěrem lze říci, že personalizovaný přístup k tréninku, založený na důkladné analýze techniky a výkonnosti, je klíčem k úspěchu ve skoku do dálky. Další výzkum v této oblasti by mohl přinést ještě hlubší porozumění vlivu různých faktorů na výkon atletů a přispět k dalšímu rozvoji efektivních tréninkových metod.

9 SUMMARY

This work focuses on the analysis of the technique and performance of long jumpers, aiming to provide insights that can significantly contribute to the optimization of training methods. It was found that individual athletes can achieve high performance in various ways, emphasizing the need for a personalized approach to training. From the analysis of long jump technique and the assessment of lower limb explosive strength, it emerged that higher speed might disrupt the optimal execution of the take-off, while for others, approach speed is a key factor in achieving maximum jump length. A combination of high approach speed and strong take-off can have a highly positive impact on performance for some athletes.

The research utilized modern tools, such as the AMTI force platform, to evaluate the explosive strength of the lower limbs, allowing for precise measurements and providing valuable data for further analysis.

The objectives of the work were to determine the interindividual differences among athletes and the impact of lower limb explosive strength and approach speed on jump length during the take-off. Methods used included vertical jump testing to assess explosive strength using AMTI force platforms and photocells to measure approach speed. Training plans should be tailored to the individual needs and abilities of each athlete, considering their specific strengths and weaknesses. This approach can lead to maximum performance improvement and optimal results in the long jump.

In conclusion, a personalized training approach, based on thorough analysis of technique and performance, is key to success in the long jump. Further research in this area could provide an even deeper understanding of the impact of various factors on athlete performance and contribute to the further development of effective training methods.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Alexander, R. M. (1990). Optimum take-off techniques for high and long jumps. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 329(1252), 3-10.
- Bartušek, B. (1968). *Lehká atletika*. Brno: Universita J. E. Purkyně.
- Bohannon, R. W. (2002). Quantitative testing of muscle strength: issues and practical options for the geriatric population. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 18(2), 1-17.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282.
- Bridgett, L. A., & Linthorne, N. P. (2006). Changes in long jump take-off technique with increasing run-up speed. *Journal of sports sciences*, 24(8), 889-897.
- Chu, D. A., & Panariello, R. A. (1987). Jumping into plyometrics. *Strength & Conditioning Journal*, 9(2), 73-73.
- Cissik, J. M. (2005). *Means and Methods of Speed Training: Part II*. *Strength and Conditioning Journal*, 27(1), 18-25.
- Graham-Smith, P., & Lees, A. (2005). A three-dimensional kinematic analysis of the long jump take-off. *Journal of Sport Sciences*, 23(9), 891-903.
- Hay, J. G. (1993). Citius, altius, longius (faster, higher, longer): The biomechanics of jumping for distance. *Journal of Biomechanics*, 26(1), 7-22.
- Hendl, J. (2023). *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. PORTÁL sro.
- Hnízdil, J., & Havel, Z. (2012). *Rozvoj a diagnostika vytrvalostních schopností*. Ústí nad Labem: Univerzita JE Purkyně v Ústí nad Labem.
- Janura, M. (2003). *Úvod do biomechaniky pohybového systému člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Janda, V. (1996). *Funkční svalový test*. Grada Publishing. Praha.
- Kalus, J. (2017). *Jumpers guide*. Brno. ISBN 978-80-905652-4-1. Mendelova univerzita v Brně.
- Klavora, P. (2000). *Vertical-jump tests: A critical review*. *Strength & Conditioning Journal*, 22(5), 70.
- Kněnický, K. (Ed.). (1977). *Technika lehkootletických disciplín: Učebnice pro vys. školy*. SPN.
- Kuchen, A., et al. (1985). *Atletika – encyklopédia* (1. vyd.). Martin: SPN.
- Kovář, R., Měkota, K., Chytráčková, J., & Kohoutek, M. (1993). *Manuál pro hodnocení úrovně základní motorické výkonnosti a vybraných charakteristik tělesné stavby školních dětí a mládeže ve věku od 6 do 20 roků*. *Tělesná výchova mládeže*, 59(5), 3-63.

- Lehnert, M., Botek, M., Sigmund, M., Smékal, D., Šťastný, P., Malý, T., Háp, P., Bělka, J., & Neuls, F. (2014). *Kondiční trénink*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lehnert, M., Kudláček, M., Háp, P., Bělka, J., Neuls, F., Ješina, O., Hůlka, K., Viktorjeník, D., Langer, F., Kratochvíl, J., Rozsypal, R., & Šťastný, P. (2014). *Sportovní trénink I*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F. & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Univerzita Palackého, Olomouc.
- Lestari, D., & Rifki, M. S. (2020, August). The Influence of Running Speed, Leg Muscle Explosion Power in Long Jump Ability. *In 1st Progress in Social Science, Humanities and Education Research Symposium (PSSHRS 2019)* (pp. 737-740). Atlantis Press.
- Martinez, D. B. (2017). Consideration for power and capacity in volleyball vertical jump performance. *Strength & Conditioning Journal*, 39(4), 36-48.
- Mero, A., Komi, P. V., & Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of sprint running: A review. *Sports Medicine*, 13(6), 376-392.
- Měkota, K., & Blahuš, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: SPN.
- Měkota, K., & Kovář, R. (1996). *Unifitest (6-60): manuál pro hodnocení základní motorické výkonnosti a vybraných charakteristik tělesné stavby mládeže a dospělých v České republice*. Ostrava: Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta. ISBN: 80-7042-111-8
- Mihăilă, C., Neamțu, M., Ionescu-Bondoc, D., Scurt, C., & Nechita, F. (2008). *Atletismul pentru toți*. Brașov: Editura Universității Transilvania.
- Opto jump next: user manual* [online]. Manual Version 1.12 [online]. 2009-2018 by Microgate S.r.l [online]. Italy: Bolzano 2018. Dostupné z: https://www.microgate.it/?fbclid=IwAR1_T6UfLJIYj39xhK3fISvRUNmp8zGy7FpMVDGsFT4VDpG2J4qTXzQ_yjl.
- Peceková, P. (2008). *Suggestion of methodics of training athletic skills using programme learning system – Long Jump* (Diplomová práce). Tělesné výchovy a sportu PF JU.
- Pravidla atletiky IAAF* [online], 2022, 109 s. [citováno 17.6.2024]. Dostupné z <http://www.atletika.cz>.
- RStudio Team. (2023). *RStudio: Integrated Development Environment for R* (Verze 2023.09). PBC. Dostupné z <https://www.rstudio.com/>.
- Syafruddin. (2012). *Sports Coaching Science*. Padang: UNP Press.
- Velebil, V. (2002). *Atletické skoky*. Praha: Olympia.
- Vindušková, J. (2003). *Abeceda atletického trenéra*. Praha: Olympia
- Walker, O. (2016, July 10). Countermovement Jump (CMJ). Science for sport. <https://www.scienceforsport.com/countermovement-jump-cmj/>.

Walker, O. (2017, October 15). Squat Jump (SJ). Science for sport.
<https://www.scienceforsport.com/squat-jump/>.

Zahradník, D., & Korvas, P. (2012). *Základy sportovního tréninku*. Brno: Masarykova univerzita.
ISBN 978-80-210-5890-3.