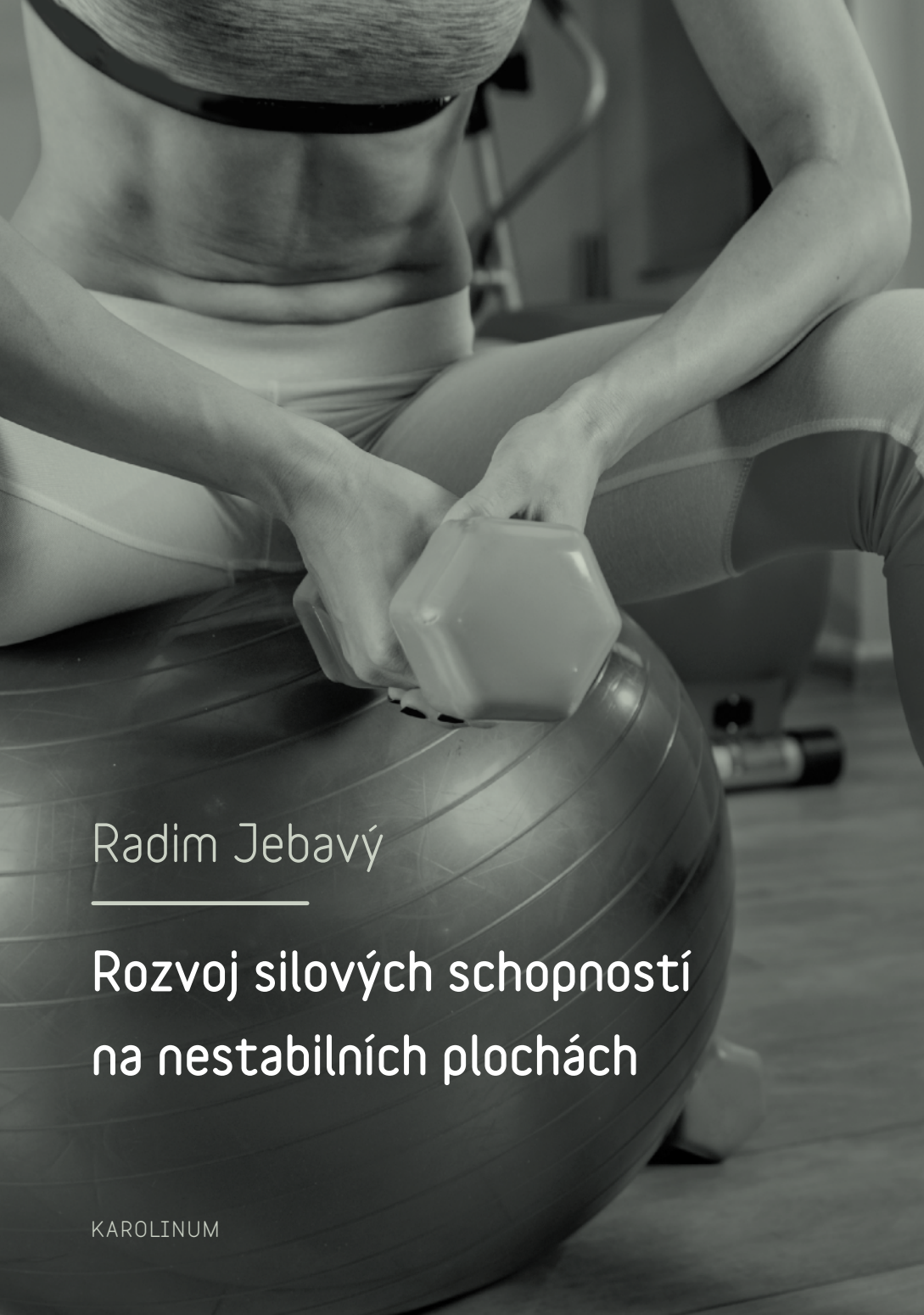




Radim Jebavý

Rozvoj silových schopností na nestabilních plochách

KAROLINUM

Rozvoj silových schopností na nestabilních plochách

Radim Jebavý

Recenzovali:

doc. PaedDr. Pavel Ružbarský, Ph.D.

doc. RNDr. Jiří Zháněl, Dr.

Vydala Univerzita Karlova

Nakladatelství Karolinum

Grafická úprava Jan Šerých

Sazba DTP Nakladatelství Karolinum

Vydání první

Za cenné rady a připomínky děkuji doc. PaedDr. Tomáši Peričovi, Ph.D.,
za pomoc při zpracovávání výsledků katedře LSM, zvláště doc. Jiřímu
Balážovi, Ph.D., za pomoc při získávání dat katedře fyzioterapie, zejména
PhDr. Mirce Jalovcové, Ph.D., a za grafickou úpravu Ing. Juliu Rusnákovi.

Monografie vznikla s podporou výzkumného záměru Programu rozvoje vědní
oblasti č. 39 „Společenskovední aspekty zkoumání lidského pohybu“.

© Univerzita Karlova, 2017

Text © Radim Jebavý, 2017

Illustrations © Zdena Marvanová, 2017

ISBN 978-80-246-3665-8

ISBN 978-80-246-3683-2 (online : pdf)



Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum 2017

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

Obsah

1. ÚVOD	9
1.1 Použité termíny ve vědecké práci	10
2. TEORETICKÝ RÁMEC VÝZKUMNÉ PROBLEMATIKY	12
2.1 Silové schopnosti	12
2.1.1 Problematika, vývoj a cíle silového tréninku	12
2.1.2 Definice silových schopností	13
2.2 Síla ve smyslu fyzikálním	13
2.2.1 Rychlost kontrakce a produkce mechanického výkonu	13
2.2.2 Hillova křivka	14
2.3 Anatomie a fyziologie svalu, druhy svalových vláken	16
2.4 Morfologické vlastnosti svalů	17
2.5 Svalová kontrakce	20
2.6 Klasifikace silových schopností	21
2.6.1 Silové schopnosti dle druhu projevu	21
2.7 Metody stimulace silových schopností	24
2.8 Současné tréninkové prostředky pro stimulaci silových schopností	25
2.9 Postura a hluboký stabilizační systém	26
2.9.1 Svaly tvořící HSS	27
2.9.2 Hlavní funkce HSS a význam pro silové schopnosti	28
2.9.3 Povrchové svaly versus hluboký stabilizační systém	29
2.9.4 „Core strength training“ a možnosti využití nestabilních ploch v praxi	31
2.9.5 Přehled studií k problematice nestabilních ploch	32
3. FORMULACE PROBLÉMU	35

4. METODIKA PRÁCE	36
4.1 Vědecká otázka	36
4.2 Cíle práce	36
4.3 Hypotézy	37
4.4 Úkoly výzkumu	37
4.5 Design experimentu	41
4.5.1 Analýza dat	41
4.5.2 Proměnné experimentu	42
4.6 Požadavky intervenčního silového programu	42
4.6.1 Měření indikátorů silových schopností	45
4.6.2 Indikátory aktivace HSS	47
4.6.3 Diskuze metodiky	48
5. VÝSLEDKY	50
5.1 Výsledky realizace intervenčního silového programu pro pilotní studii a pro experimentální výzkum	50
5.1.1 Tvorba intervenčního silového programu	50
5.1.2 Výběr cvičení, charakteristika probandů a silových indikátorů	51
5.2 Výsledky pilotní studie	53
5.2.1 Cíl pilotní studie	53
5.2.2 Vyhodnocení pilotní studie	54
5.2.3 Diskuze k pilotní studii	58
5.2.4 Závěry k pilotní studii	59
5.3 Výsledky intervenčního silového programu	59
5.3.1 Výsledky testu dynamické dřepy	60
5.3.2 Výsledky testu statická výdrž ve dřepu	62
5.3.3 Výsledky testu dynamické tlaky na lavici	64
5.3.4 Výsledky testu statická výdrž v tlaku na lavici	66
5.3.5 Výsledky testu dynamické kliky	68
5.3.6 Výsledky testu statická výdrž v kliku	70
5.3.7 Shrnutí výsledků	72
6. DISKUZE	73
6.1 Výsledky pilotní studie na kvalitu aktivace HSS	75
6.1.1 Vyhodnocení výsledků testu	75
6.2 Diskuze k pilotní studii na kvalitu aktivace HSS	77
6.3 Závěr k pilotní studii na kvalitu aktivace HSS	78

7. KOMPARATIVNÍ STUDIE ZAMĚŘENÁ NA KVALITU AKTIVACE HSS	79
7.1 Soubor a metodika	81
7.1.1 Výzkumný soubor	81
7.1.2 Silový program	81
7.1.3 Posuzování kvality aktivace HSS	84
7.1.4 Měření proměnné	84
7.1.5 Vyhodnocení výsledů	84
7.2 Výsledky	84
7.3 Diskuze ke komparativní studii zaměřené na kvalitu aktivace HSS	85
8. ZÁVĚR	87
9. DOPORUČENÍ PRO PRAXI	89
Seznam zkratk	91
Seznam grafů	92
Seznam tabulek	93
Shrnutí	94
Summary	95
Zusammenfassung	97
Резюме	99
Seznam použité literatury	101
Seznam příloh	109
Příloha 1: Popis indikátorů silových schopností a kritéria měření	110
Příloha 2: Popis indikátorů kvality aktivace HSS	118
Příloha 3: Nestabilní plochy použité v intervenčním silovém programu	121
Příloha 4: Intervenční silové programy	126

1. Úvod

Současná sportovní praxe klade nároky na všechny složky sportovního tréninku. Neustále dochází ke zvyšování tréninkového zatížení, zejména v oblasti intenzifikace. U většiny sportovců to vyžaduje vysokou připravenost v širší škále silových projevů včetně stimulace vytrvalostní síly, která je mnohými autory (Zatsiorsky & Kraemer, 2014; Baechle et al., 2008; Plowman & Smith, 2007; Siff, 2003; Poliquin, 2001; Bompa, 1999) považována za základ pro bezpečnou stimulaci silových schopností vyšší intenzity.

Komplexní rozvoj nespecifických silových schopností i stimulace specifických oblastí síly, které využije jedinec pro svůj výkon primárně, patří neodmyslitelně do tréninkového procesu. Problematika efektivity silové přípravy je stále více v popředí a je považována za významné kritérium sportovního tréninku.

Z tréninkových prostředků využívaných k stimulaci silových schopností jsou nejčastěji používána cvičení s volnými činkami, cvičení na posilovacích strojích a cvičení s vlastní hmotností těla. V poslední době se prosazují nové trendy stimulace silových schopností i s využíváním moderních pomůcek a přístrojů. Jednou z nich jsou např. vibrační pomůcky a také nestabilní oporné plochy. Původně se využívaly jen v preventivní a léčebné rehabilitaci, ale dnes je řada sportovců zařazuje do své přípravy kvůli zvýšení obtížnosti cviku a také zlepšení trupové stability (Jebavý et al., 2012).

Podle autorů, kteří se danou problematikou ve svých studiích zabývají (Ruiz & Richardson, 2005; Kyungmo et al., 2009; Potvin & Benson, 2003; Yanggie & Campbell, 2006; Süß et al., 2008 a dalších) má stimulace silových schopností na nestabilních plochách poměrně velký potenciál. Může zkvalitnit silový trénink, pravděpodobně i rovnováhu sportovců a nepřímo přispět k vyšší sportovní výkonnosti.

1.1 Použité termíny ve vědecké práci

V současnosti je v odborné literatuře i praxi prezentováno značné množství termínů, které nejsou jednoznačně definovány a dochází k tomu, že jeden termín je používán v několika kontextech. Z tohoto důvodu jsou v této kapitole definovány **základní pojmy** tak, jak jsou užívány v předkládané monografii.

Síla bývá v literatuře chápána v několika kontextech. Jako **slangový termín pro silové schopnosti**, ale i jako **fyzikální veličina (F)**. V naší studii budeme chápat a užívat termín síla jako fyzikální veličinu ($F = m \times a$).

Stimulace silových schopností – v práci užíváme tento termín dle Dovalila et al. (2009). Vyjadřuje proces, ve kterém dochází k podněcování silových schopností. V dalších publikacích se vyskytují obdobné termíny jako rozvoj síly nebo rozvoj silových schopností, popř. rozvoj svalové síly.

Silový trénink je proces stimulace silových schopností. Jeho obsahem jsou jednotlivá silová cvičení, která v souvislosti s cíli silového tréninku využívá různé metody stimulace silových schopností.

Silové cvičení chápeme jako cvičení zaměřující se na stimulaci silových schopností.

Svalový impuls je činnost svalu, vyvolávající změnu napětí ve sva-
lech.

Svalová kontrakce znamená smrštění svalu, stah. Slouží k překonávání nebo udržování odporu, který je vyšší, než určitá norma běžné pohybové činnosti.

Intenzita je stupeň projevu úsilí určité pohybové činnosti. V některých oblastech naší studie ji můžeme chápat jako množství vykonané práce v čase.

Intenzifikaci chápeme jako zvětšování nebo zvyšování stupně projevu bez navýšeného množství pohybové činnosti.

Efektivita silového tréninku je ve studii vysvětlována jako účinnost, která je určena úrovní silových schopností před a po ukončení intervenčního programu.

V souvislosti s použitými indikátory jsme narazili na určitou terminologickou nesourodost mezi odbornou (gymnastickou) terminologií a slangovými termíny, které používá „metajazyk“ tělovýchovné praxe. Jedná se například o termín dřep, klik apod., který je v tělovýchovném „metajazyku“ chápán jako průběh pohybu, zatímco v gymnastickém názvosloví definuje přesně stanovenou polohu. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k určité „stylizaci“ názvu **indikátorů**:

- **dynamický dřep** chápeme jako přechod ze stoje mírně roznožného do dřepu a zpět do stoje mírně roznožného,
- **výdrž ve dřepu** jako výdrž v poloze dřep,
- **dynamický tlak na lavici** jako leh (na zádech) na lavici pokrčmo, chodidla na podložce, předpažit, skrčit zapažmo (dotyk hrudníku) a zpět,
- **výdrž v tlaku na lavici** chápeme jako výdrž v poloze leh na lavici, chodidla na podložce, skrčit zapažmo,
- **dynamický klik** jako vzpor ležmo, klik ležmo (dotyk značky hrudníkem) a zpět,
- **výdrž v kliku** chápeme jako výdrž v poloze klik ležmo.

2. Teoretický rámec výzkumné problematiky

2.1 Silové schopnosti

2.1.1 Problematika, vývoj a cíle silového tréninku

Problematika silového tréninku a stimulace silových schopností byla v minulosti spojená hlavně se sporty jako vzpírání, silový trojboj, kulturistika a atletika (vrhačské disciplíny). V poslední době narůstá význam silového tréninku u celé řady sportovních odvětví. Proto se také vývoj prostředků pro stimulaci silových schopností během posledních let mění i díky studiím, zabývajících se efektivitou silového tréninku. Každé sportovní odvětví má však odlišné cíle silového tréninku. V kulturistice jde především o krásu těla (svalů), ve vzpírání a silovém trojboji o nejvyšší množství zvednutých kilogramů a u vrhačů především o nejvyšší zrychlení pohybu umožňující dosáhnout co nejdelšího odhodu nebo odvrhu vrhačského náčiní.

Běžné cíle silového tréninku spočívají v udržování nebo rozvíjení způsobilosti nervosvalového systému rychle vyvíjet svalovou kontrakci, v prevenci před zraněním, udržování způsobilosti svalů, zpevňování kloubních a úponových spojení a po výraznější pohybové inaktivitě optimalizování úrovně základních silových schopností (Měkota & Novosad, 2005).

Prvotní odborná literatura zabývající se podrobněji silovým tréninkem u sportovců sahá do poloviny minulého století. Prvními z velmi uznávaných autorů byli např. Hill, Zatsiorsky a další. V poslední době se věnuje stimulaci silových schopností celá řada odborníků. K těm nejuznávanějším patří i se svými pracemi kromě již zmiňovaného Zatsiorského i Bompa, Kraemer, Verkhoshansky, Siff, Stoppani, Poliquin a další. Ti všichni se snaží ve svých studiích publikovat nové poznatky o silovém tréninku.

2.1.2 Definice silových schopností

Silové schopnosti jsou podle velkého množství autorů definovány v mnoha ohledech. Zatsiorsky & Kraemer (2006 a 2014), Siff (2003), Poliquin (2001), Boyle (2003), Barnes et al. (2006), Měkota & Novosad (2005) a další definují sílu jako schopnost překonávat vnější odpor svalovým úsilím. Měkota & Blahuš (1983) uvádějí, že silové schopnosti jsou ty schopnosti, které člověku umožňují překonávat odpor nebo proti odporu působit, a to prostřednictvím svalového napětí. Podle Dovalila et al. (2009), Baechleho et al. (2008) a dalších silovými schopnostmi překonáváme či udržujeme vnější odpor svalovou kontrakcí. Je tedy zřejmé, že o silových schopnostech hovoříme jako o takových pohybových činnostech, kdy svalovou kontrakcí překonáváme odpor, který je vyšší, než určitá norma běžné pohybové činnosti.

Různé silové schopnosti jsou určovány prostřednictvím (výsledné) svalové síly, která vyplývá z kontrakce svalů podílejících se na nějakém pohybu. Svalová síla se měří buď jako (a) maximální fyzikální síla (v N), které se dosáhne při určité rychlosti, nebo jako (b) maximální hmotnost (v kg, popř. %), která může být zvedána až od subjektivního vyčerpání (Hochmann et al., 2010).

Podle Měkoty a Novosada (2005) je pro účinnost silového tréninku třeba vycházet z hlubších znalostí svalové činnosti a jejího nervového řízení. Podstata silových schopností je ve způsobilosti kosterních svalů vyvíjet sílu (ve smyslu fyzikálním). Je to nutná podmínka pro pohyb celého těla nebo jeho částí. Silové schopnosti vyvíjené svalovými kontrakcemi společně s rychlostí těchto kontrakcí určuje velikost mechanického výkonu, který produkuje příslušná svalová soustava v pohybovém aktu.

2.2 Síla ve smyslu fyzikálním

2.2.1 Rychlost kontrakce a produkce mechanického výkonu

Rychlostní složka výkonu je součástí téměř všech projevů napříč širokým spektrem sportovních disciplín. Snahou je vykonat požadovaný pohyb co nejefektivněji a nejekonomičtěji, tedy s maximálním využitím fyzikálních a biomechanických zákonů ku prospěchu výkonu. Projevy rychlé a explozivní síly vyžadují nábor rychlých motorických jednotek (dále jen MJ), které kromě vysloveně rychlostního pohybu mohou být rekrutovány i při nižších rychlostech buď s maximálním (nebo téměř

maximálním) odporem anebo se submaximálním odporem ovšem s dosažením maximálního počtu opakování (Siff, 2003).

Svaly během pohybu produkují práci a výkon ve smyslu fyzikálním, které je možné měřit pomocí dynamometrů. Tyto přístroje jsou schopny registrovat souhrnný efekt silových schopností svalu nebo svalových skupin v určitém směru. Výsledný výkon je však komplexnější veličinou. Obecně je výkon charakterizován jako práce vykonaná za jednotku času. V kontextu výkonu však využíváme vyjádření, které počítá spíše s generovanou silou:

$$P = F \times v,$$

kde P je mechanický výkon, F je generovaná síla a v je rychlost pohybu.

Přesněji by bylo možné tento vzorec rozepsat jako:

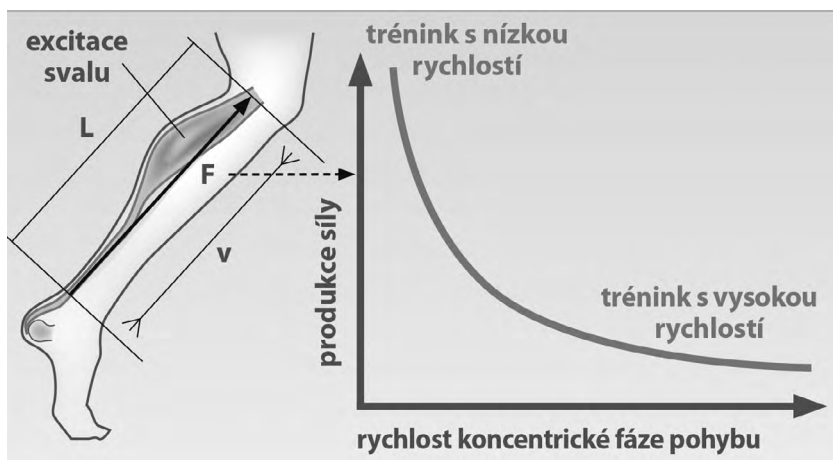
$$P = F \times v \times \cos \alpha = F_t \times v,$$

kde F_t je tečná složka síly vůči konečnému silovému vektoru. Vztah síly a rychlosti lze tedy zjednodušit až na prvně uvedený vzorec.

Z popisovaných vztahů vyplývá, že výkon je vyjádřen působící silou a rychlostí pohybu. Avšak i samotné silové schopnosti závisí na rychlosti pohybu svalových úponů, na stupni svalového podráždění a délce svalu, při které je sval excitován. Pro silový trénink je obecně vysoce cenná informace, jak velký svalový impulz skutečně produkují. Čím delší je páková délka L a excitace svalu, tím vyšší je i generovaná síla (viz obr. č. 1). U rychlosti svalového stahu to však neplatí. Silový impulz je totiž vyšší u pomalejšího pohybu než u pohybů rychlých. Výsledný svalový impulz je vždy kombinací rychlosti svalového stahu, excitace svalu a pákové délky (Petr & Štátný, 2012).

2.2.2 Hillova křivka

Produkce síly v čase rovněž souvisí s velikostí silového impulzu, který je nutný k vykonání konkrétního pohybu. V obecné rovině se uplatňuje tzv. Hillova křivka závislosti síly na čase (obr. č. 1). Hillova křivka vychází z Hillovy rovnice popisující vztah síly a rychlosti během svalové kontrakce (Hill, 1938). Zároveň z ní vyplývá, že mezi prací a rychlostí pohybu platí převrácený vztah. Při překonávání stejně těžkého odporu co nejrychleji je generována větší práce než při stejném, pomalém



Obr. 1: Hillova křivka a znázornění modelu veličin, které se podílejí na produkci silových schopností; F = síla generovaná svaem, L = délka svalu, v = rychlost kontrakce (Herzog, 1999)

a kontrolovaném pohybu. S rostoucí rychlostí pohybu je možné užití vyššího silového impulzu (obr. č. 1). V tréninku je nutné plánovaně měnit rychlost kontrakce, přičemž pomalejší kontrakce v tréninku maximální síly mohou vést k vyššímu svalovému napětí.

Hillova křivka je poznatek již z doby před 2. světovou válkou. Její přesný průběh a další závislosti podrobně zpracoval Herzog (1999), který poukazuje i na další parametry této křivky. Ukázalo se, že Hillova křivka nefunguje podle původního konceptu, ale základní princip produkce síly pro udělení rychlého a pomalého pohybu se nemění.

Pro měření silových schopností obvykle používáme dynamometry. I když dnes existuje mnoho variant dynamometrů, stále platí, že produkovanou sílu neměříme přímo, ale odvozujeme ji z mechanické impedance a rychlosti pohybu, resp. z hmotnosti a zrychlení (Kraemer et al., 2006). Pro projevy silových schopností pak používáme jednoduché vyjádření, které vychází z druhého Newtonova zákona: Jestliže na těleso působí síla, pak se těleso pohybuje se zrychlením, které je přímo úměrné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa. Sílu potom můžeme vyjádřit jako součin hmotnosti a zrychlení, které jsme předmětu udělili:

$$F = m \times a,$$

kde F je síla, m je hmotnost, a je zrychlení.