MASARYKOVA UNIVERZITA

Fakulta sportovních studií

Katedra atletiky, plavání a sportů v přírodě

Závislost počtu opakování na rychlosti cvičení u vybraných cviků silového charakteru

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Jan Cacek, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Martin Nováček

Učitelství TV pro ZŠ a SŠ

Brno, 2013

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a použil jen literaturu uvedenou v seznamu literatury.

Souhlasím, aby práce byla uložena na Masarykově univerzitě v Brně v knihovně Fakulty sportovních studií a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Brně dne 24. dubna 2013 ……

podpis

Děkuji vedoucímu diplomové práce PhDr. Janu Cackovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi v průběhu zpracování této práce poskytl.

OBSAH

ÚVOD **6**

1. ROZBOR LITERATURY **8**

1.1 POHYBOVÉ SCHOPNOSTI 9

1.1.1 Silové schopnosti 10

1.1.1.1 Determinanty silového výkonu 15

1.1.2 Rychlostní schopnosti 26

1.2 TRÉNINK SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ 33

1.3 ÚNAVA A ZOTAVENÍ 35

1.3.1 Přepětí a přetrénování 36

1.3.2 Odpočinek a zotavení 37

1.4 MOTORICKÁ VÝKONNOST 40

1.4.1 Pohybový rytmus 41

2. CÍLE, ÚKOLY PRÁCE, VĚDECKÁ OTÁZKA **43**

2.1 CÍLE PRÁCE 43

2.2 ÚKOLY PRÁCE 43

2.3 VĚDECKÁ OTÁZKA 43

3. METODIKA PRÁCE **44**

3. 1 STANOVENÍ VÝZKUMNÉHO PROBLÉMU 44

3. 2 PŘÍPRAVA A ORGANIZACE PRÁCE 44

3. 3 POPIS TESTOVANÉHO SOUBORU 45

3. 4 DIAGNOSTICKÉ METODY 48

3.4.1 Popis a provedení všech použitých testů 51

3.5 METODY VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ 58

4. VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUZE **59**

5. ZÁVĚRY PRÁCE **82**

5. 1 ZÁVĚRY PRO TEORII 82

5. 2 ZÁVĚRY PRO PRAXI. 83

SEZNAM LITERATURY **84**

RESUMÉ **88**

ZÁKLADNÍ POJMY

IRM - jedno opakovatelné maximum

BPM - počet úderů za minutu (beats per minute)

SÍLA - je schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém nebo statickém režimu svalové činnosti.

RYCHLOST - předpoklad pohybu provedeného vysokou až maximální až maximální rychlostí (ve smyslu fyzikálním)

POHYBOVÁ SCHOPNOST - integrace vnitřních vlastností jedince, která podmiňuje splnění určité skupiny pohybových úkolů a současně je jimi podmíněna

TRÉNINK - proces biologicko-sociální adaptace, tzn. proces morfologicko-funkční adaptace, proces motorického učení a proces psychosociální interakce

TRÉNOVANOST - souhrnný stav připravenosti sportovce, charakterizující aktuální míru jeho přizpůsobení se požadavkům příslušné sportovní specializace.

VÝKON - výsledek specializované adaptace

VÝKONNOST – schopnost opakovaně podávat výkony určité úrovně

ZATÍŽENÍ - pohybové činnosti vyvolávající změnu funkční aktivity jedince (organismu jako celku i jeho dílčích systémů)

FAKTOR - činitel, který je podmínkou a součástí nějakého děje

METODA - promyšlený způsob, jímž lze úspěšně vyřešit určitý úkol

ÚVOD

Pohyb je nedílnou součástí našeho každodenního života. Člověk vykonává od pradávna nespočet pohybových činností, jejichž priorita se s časem a životními podmínkami mění. Od potřeby opatřit si potravu nutnou k přežití lovem a sběrem až po snahu zajistit si určitý životní standart, zajistit rodinu, mít prostředky na vlastní zájmy, atd. Bohužel vývoj současné společnosti v závislosti na zaměstnání, různých nových technologiích apod., nás nutí pohyb omezovat. Dospělí jsou mnohdy vystavováni velkému stresu v souvislosti se zaměstnáním, s jeho hledáním, s finanční situací a s jinými vlivy. Po příchodu ze zaměstnání raději odpočívají u televizoru, než aby si zašli do posilovny nebo si třeba zaplavat. Děti zase pohlcují média. Když nesedí u televizoru, hrají počítačové hry, surfují na internetu nebo okupují sociální sítě a je to pro ně mnohem pohodlnější a bohužel někdy i zábavnější, než jít s kamarády ven a hrát např. na schovávanou, jak tomu bylo kdysi, ještě když nebyla tato technika pro domácnosti dostupná.

Dnešní doba je velmi uspěchaná, mnohdy není čas se během dne pravidelně a správně stravovat, jíme ve spěchu, využíváme „fast foody“, mnohem častěji se dopravujeme z místa na místo autem a to i na kratší vzdálenosti. S tím souvisí často i sedavý způsob života a různé civilizační choroby (cukrovka, obezita, různé poruchy pohybového aparátu, vysoký krevní tlak, a další).

Každý by měl mít dostatek pohybu alespoň v rámci svých možností ve formě rekreačního sportu, který je nejspíše nejzdravější. Sport má obecně pozitivní vliv na celé tělo ať už je řeč o pohybovém aparátu, který tvoří i náš zevnějšek, a který se snaží zdokonalit snad každý rekreační sportovec, nebo například o oběhovém či respiračním systému. Rekreační sport na rozdíl od výkonnostního a vrcholového tolik nezatěžuje pohybový aparát a zároveň tak předchází riziku zranění. Mnoho lidí má dnes v oblibě rekreační posilování, ale bohužel mají většinou minimum poznatků o tom, jak by konkrétně pro ně samotné bylo nejvhodnější cvičit, tzn. o metodách rozvoje a tréninku síly.

V této diplomové práci budeme pracovat s více metodami najednou a bude zkoumat závislost počtu opakování na rychlosti cvičení u vybraných cviků silového charakteru. Dále se bude zaměřovat na různé souvislosti mezi rychlostí opakování

jednotlivých cviků tak, jak by sportovec cvičil za normálních okolností a mezi rychlostí opakování provedených v určitém rytmu podle metronomu. Velkou roli zde bude zastávat závislost produkce síly na rychlosti opakování, protože v testech budeme měnit rychlost cvičení s konstantním odporem, a proto v této práci nalezneme teorii o pohybových - hlavně silových schopnostech, stavbě svalu, rozvoji síly, vhodném tréninku, o metodách rozvoje síly, rychlosti (rychlostních schopnostech) apod.

Toto téma jsem si vybral, protože existuje velmi málo publikací popisující tyto závislosti, čímž je vlastně toto téma aktuální a mě samotného velmi zajímá, jak reaguje náš pohybový aparát na změnu tempa (rytmu) cvičení. Výsledky této práce budou určeny převážně trenérům a jejich svěřencům v různých sportovních odvětvích, nejvíce však v oblasti silových sportů. Budou se moci dozvědět informace o závislosti počtu opakování na rychlosti cvičení a na základě nich upravovat nebo zpestřovat svoje tréninkové plány. Dále pak může být práce přínosem pro studenty sportovních fakult a může být použita jako jeden ze zdrojů informací o dané problematice.

1. ROZBOR LITERATURY

Tato kapitola je zaměřena na vymezení stěžejních bodů týkajících se dané problematiky. Tyto body popisují pohybové schopnosti, jejich rozdělení a charakteristiku jednotlivých schopností (rychlostní, silové, vytrvalostní, koordinační). Dále pak metody rozvoje pohybových schopností, ze kterých se budeme věnovat převážně silovým a okrajově i rychlostním a vytrvalostním pohybovým schopnostem. Kapitola obsahuje také informace o využitelnosti jednotlivých metod ve sportovním tréninku, o využívání energie při různých sportovních činnostech, ale také o únavě a zotavování.

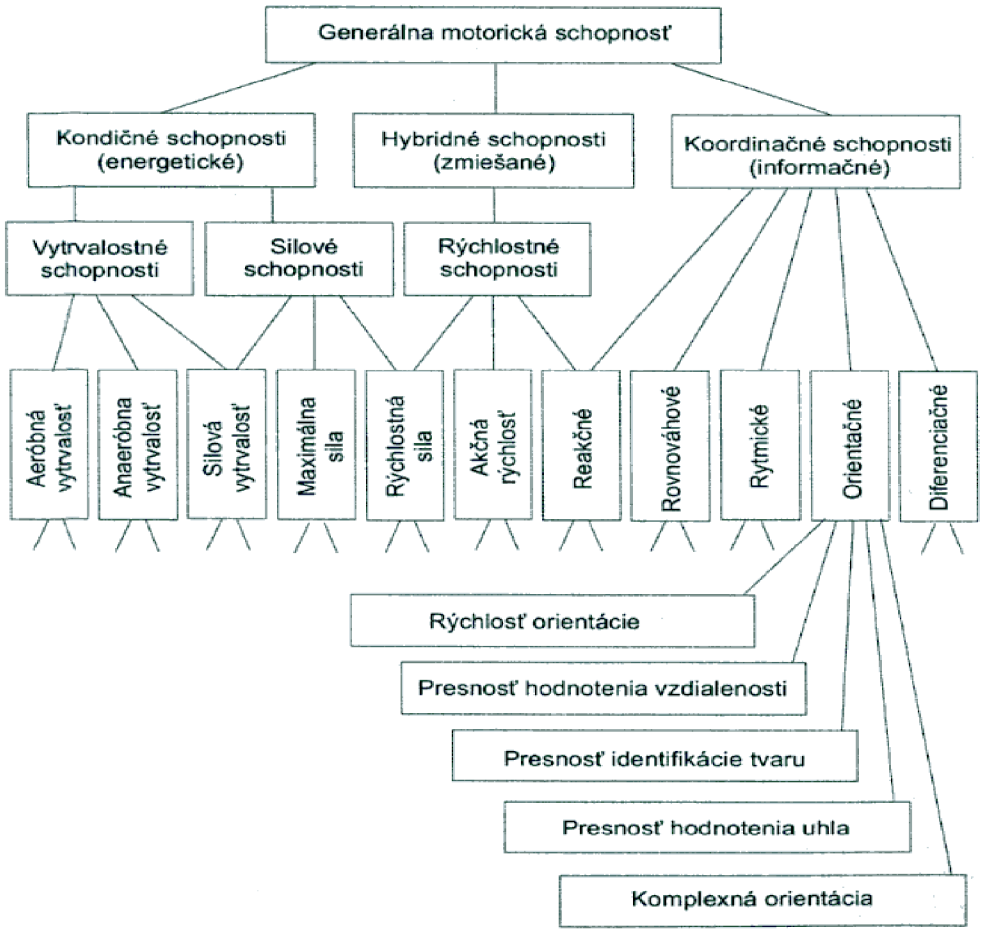
1.1 POHYBOVÉ SCHOPNOSTI

Čelikovský (1976) zastává názor, že mnohé vnitřní podsystémy lidského organismu, především integrující a řídící (předpoklady pro vykonávání pohybové činnosti), jsou pozorovatelné jen nepřímo. Tyto relativně integrované vnitřní příčinné jevy vytvářející kauzální řetězce předpokladů pro provádění pohybu označujeme jako *pohybové schopnosti.* Pohybové schopnosti jsou tedy relativně samostatné soubory vnitřních předpokladů lidského organismu k pohybové činnosti. Přitom pohybové schopnosti, které jsou vrozené a dosud jen nevýznamně ovlivněny prostředím, lze označit jako pohybové vlohy. Ovšem vlohy jsou genetickým základem všech schopností.

Charakteristika pohybových schopností dle Čelikovského (1976):

- jsou vnitřními, příčinnými předpoklady
- nejsou specifické pro jednu specializovanou činnost
- jsou poměrně stálé v čase
- prostředím jsou ovlivňovány jen částečně, neboť jsou člověku vrozeny

Dle Dovalila a kol., 2008 jsou pohybové schopnosti relativně samostatné soubory vnitřních předpokladů lidského organismu k pohybové činnosti, v ní se také projevují a považují se za kondiční faktory sportovních výkonů. V každé pohybové činnosti lze identifikovat projevy síly, vytrvalosti, rychlosti aj., jejich poměr se podle pohybových úkolů liší. *Kondiční pohybové schopnosti* výrazně podmiňují metabolické procesy, souvisejí hlavně se získáváním a využíváním energie pro vykonávání pohybu. Podle fyzikálních charakteristik, které v pohybovém projevu převažují – síly svalové kontrakce, rychlosti pohybu a trvání – se rozlišují pohybové schopnosti na *silové, rychlostní a vytrvalostní*. Podrobnější rozdělení pohybových schopností (viz obr. 1).



Obr. 1: Model hierarchické struktury komplexu pohybových schopností (podle Moravce, 2004)

1.1.1 Silové schopnosti

Pojmu síla se přisuzuje různý význam. Je nezbytné rozlišovat sílu jako fyzikální veličinu, příčinu pohybu (síla = hmotnost x zrychlení) a sílu z hlediska biologického (síla = pohybová, resp. motorická schopnost spojená s fyziologickými vlastnostmi svalu jako dráždivost či stažlivost a s psychickými aspekty). Síla jako pohybová schopnost, přesněji komplex silových schopností, je souhrnem vnitřních předpokladů pro vyvinutí síly ve smyslu fyzikálním (Lehnert et. al, 2010).

Silové schopnosti jsou schopnosti překonávat nebo udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí - tj. stahem svalu. Při rozvoji silových schopností musíme zohlednit všechny kvalitativní stránky pohybového projevu síly. Břemeno bychom měli nejen zvednout zkrácením svalů a položit brzdivým pohybem, ale také udržet silou izometrickou. Pozitivním rysem síly je, že ji můžeme úspěšně rozvíjet v každém věku (Muchová, Tománková 2009).

Síla - je schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém nebo statickém režimu svalové činnosti (Lehnert et. al, 2010).

Dělení silových schopností dle Periče a Dovalila (2010):

Dělení silových schopností vychází primárně z typů svalové kontrakce, které jsou určující pro stimulaci silových schopností. Svalových kontrakcí rozeznáváme několik typů. Podle změn délky svalu a podle napětí svalu hovoříme o kontrakci:

- **Izometrické, statické** - napětí se zvyšuje, délka se nemění
- **Izometrické, dynamické** - mění se délka svalu, napětí zůstává přibližně stále stejné.

Dynamickou (izotonickou) kontrakci můžeme dělit ještě podle typu pohybu svalu na:

- **koncentrickou** - sval se zkracuje, napětí se nemění
- **excentrickou, brzdivou** - sval se násilím protahuje, napětí se nemění.

Typ svalové kontrakce se stává východiskem pro klasifikaci druhů silových schopností. Rozdělení je založeno na vnějším projevu, typu svalové kontrakce a na požadavcích jejich rozvoje.

Statická síla - je charakteristická izometrickou kontrakcí, úsilí se neprojevuje pohybem, většinou se jedná o udržení těla nebo břemene v určitých polohách.

Dynamická síla - podstatou je izotonická kontrakce, projevuje se pohybem hybného systému či jeho částí.

Jebavý a Zumr (2009) dělí silové schopnosti na:

- **Maximální sílu** - je to největší síla, kterou je schopen vyvinout nervosvalový systém při maximální kontrakci.
- **Rychlou sílu** - je to schopnost nervosvalového systému dosáhnout co největšího silového impulzu v časovém intervalu, ve kterém se musí pohyb realizovat.
- **Startovní sílu** - je to velikost síly, která byla dosažena do 50 milisekund od zahájení kontrakce, tedy schopnost dosáhnout vysoké úrovně síly již na začátku kontrakce v co nejkratším čase.
- **Explozivní sílu** - vyjadřuje schopnost dosáhnout maximálního zrychlení v závěrečné fázi pohybu.
- **Reaktivní síla** - umožňuje svalový výkon, při kterém se uplatňuje cyklus protažení a následného zkrácení svalu, který vyvolá zvýšení silového impulzu.
- **Vytrvalostní síla** - jde o schopnost uplatňovat svalovou sílu opakovaně po delší dobu bez výrazného snížení její úrovně.

Poněkud stručněji pak dělí silové schopnosti Dovalil a kol., (2008) na:

- **Absolutní sílu,** jako schopnost spojenou s nejvyšším možným odporem, může být realizována při svalové činnosti dynamické (koncentrické nebo excentrické) nebo statické.
- **Rychlou a výbušnou sílu,** jako schopnost spojenou s překonáváním nemaximálního odporu vysokou až maximální rychlostí, může být realizována při dynamické (koncentrické) svalové činnosti.

- **Vytrvalostní sílu,** jako schopnost překonávat nemaximální odpor (tabulka 1) opakováním pohybu v daných podmínkách nebo dlouhodobě odpor udržovat, může být realizována při dynamické nebo statické svalové zátěži.

Tab. 1: Velikost odporu, rychlost pohybu a trvání pohybu při klasifikaci silových schopností (Dovalil a kol., 2008)

Druh silové schopnosti	***Velikost odporu***	***Rychlost***	***Opakování (trvání) odporu***
Absolutní	maximální	malá	krátce
Rychlá (výbušná)	nemaximální	maximální	krátce
Vytrvalostní	nemaximální	nemaximální	dlouho

Diagnostika silových schopností (http://eamos.pf.jcu.cz):

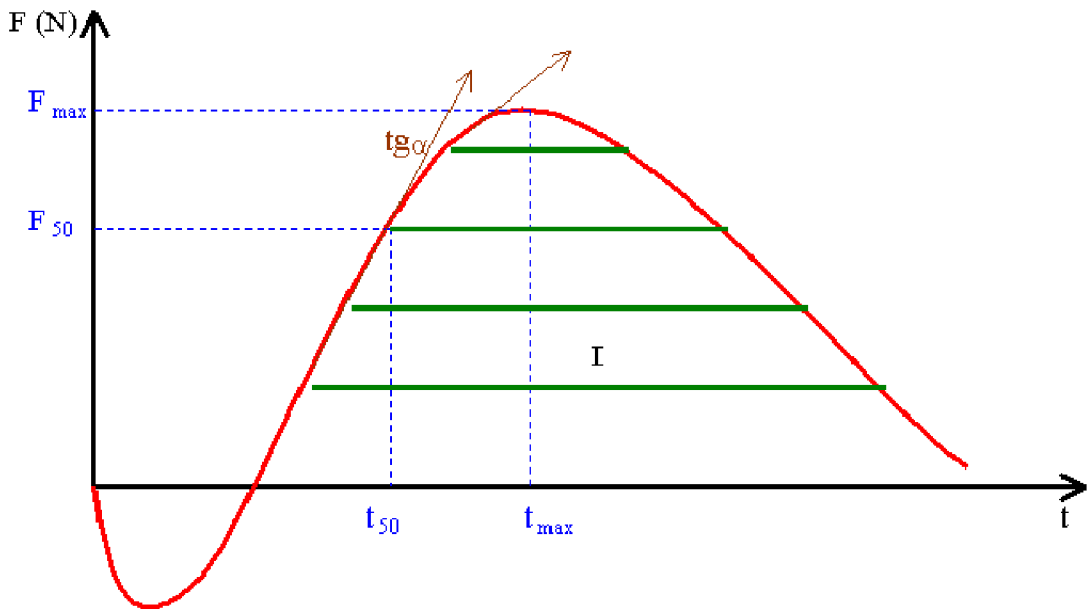
- **Motorické testy:**
  1) *statická síla* - měříme čas výdrže s určitým odporem
  2) *výbušná síla* - měříme překonanou vzdálenost (výšku) břemene (vrh koulí, hod oštěpem, skok daleký, atd.)
  3) *vytrvalostní a rychlá síla* - počet opakování za určitý čas (leh – sed)
     - čas potřebný k realizaci stanoveného počtu opakování (běh na 100, 1500 metrů, apod.)
     - nejvyšší možný počet opakování (světový rekord v počtu shybů, kliků, dřepů, atd.)

4) *pomalá (maximální) síla* - *absolutní síla* - v kilogramech vyjádřená tíha břemene (bench-press, dřep, mrtvý tah, atd.)
   - *relativní síla* - absolutní síla přepočtena na 1 kg hmotnosti (v úpolových sportech nahrazeno váhovými kategoriemi)

- **Dynamometrie:**

  Záznam úsilí v čase neboli dynamogram (viz obr. 2), který provádíme pomocí dynamometrického křesla, Kistlerovy desky či různých typů dynamometrů. U dynamometru sledujeme především:

  1) *Celkovou plochu pod křivkou - impuls síly (I)*
  2) *Průběh strmosti křivky – gradient síly (tg a = $F_{10,20,\ldots..90}/t_{10,20,\ldots,90}$)*
  3) *Maximální hodnotu - Absolutní sílu (F_{max})*



Obr. 2: Dynamogram (http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_tv/externi/antropomotorik/pohybove_schopnosti/stranky/sila.htm)

- **Elektromyografie:**

  Při elektromyografii sledujeme elektrickou aktivitu neuronů jednotlivých svalových skupin. Měříme zapojení jednotlivých svalů při daném pohybovém úkolu, zaznamenáváme čas a sílu elektrického impulsu vyslaného do svalů Tato metoda nám pomáhá odhalit především otázky týkající se svalové souhry jednotlivých agonistů, antagonistů a synergistů. Využíváme zařízení dvojího typu:

  a) EMG s přímým napojením na počítač

  b) EMG s paměťovou jednotkou (umožněn volný pohyb)

1.1.1.1 Determinanty silového výkonu

Síla, kterou sval vyvíjí, závisí na počtu činných jednotek, resp. na počtu činných vláken a na frekvenci vzruchů přicházejících po motoneuronech. Průměrná síla savčího svalu je 20 až 100 N na cm^2 průřezu. Síla všech svalových vláken v lidském těle se odhaduje na 250 000 N. Děti mají menší svalovou sílu. Síla stisku ruky dospělého muže je okolo 500 N, ženy mají sílu asi o třetinu nižší.

Práci za časovou jednotku nazýváme *výkon.* Denní vykonaná práce může dosáhnout 35 000 W. Měření skutečného výkonu se často provádí v pracovním tělovýchovném lékařství. Při usilovné dlouhotrvající práci výkonnost svalstva klesá a dostavuje se svalová únava. Rychlost nástupu únavy závisí na velikosti práce a na rytmu, v němž sval pracuje. Za určitých podmínek se únava dostavuje záhy, jindy při tzv. optimálním zatížení a optimálním rytmu, vykonává sval velmi značnou práci s malými známkami únavy, které nastupují až za dlouhou dobu (Pokorný a kol., 2001).

Faktory svalové síly dle Lehnerta et al. (2010):

Schopnost vyvinout sílu při statickém nebo dynamickém režimu svalové činnosti závisí na řadě morfologických a funkčních adaptací, antropometrických a biomechanických faktorech, jako jsou svalová architektura, místo úponu svalu, délka segmentu nebo rameno síly.

Mezi hlavní faktory ovlivňující svalovou sílu patří:

- ***Množství svalové hmoty.*** Je rozhodující pro velikost maximální síly.

  Hodnotí se nejčastěji velikostí příčného průřezu svalu. Vysoký nárůst svalové hmoty *(svalová hypertrofie)* je spojen s nárůstem tělesné hmotnosti, snížením schopnosti jemné koordinace a eventuálně poklesem elasticity, což může být pro některé sporty nevýhodné. Podmínkou nárůstu svalové hmoty je aktivace motorických jednotek posilováním, rozhodující je velikost metabolického stresu. Důležitým předpokladem projevení síly vzhledem k požadavkům sportů je poměr příčného průřezu *rychlých* (FG) a *pomalých* vláken (SO) svalů vykonávajících pohyb. Podstatné je, že prvně jmenované mají kratší dobu kontrakce a vyprodukují více síly za časovou jednotku.
- ***Nitrosvalová (intramuskulární) koordinace.*** Velikost síly je z tohoto hlediska limitována třemi základními mechanismy ovlivňujícími činnost motorických jednotek:
  - nábor (aktivace) motorických jednotek = počet aktivních jednotek
  - frekvence dráždění motorických jednotek
  - synchronizace aktivovaných motorických jednotek (zejména u balistických pohybů, tj. pohybů provedených s maximálním úsilím proti minimálnímu odporu)
- ***Mezisvalová (intermuskulární) koordinace.*** Projevuje se:
  - součinností zapojených svalů rozhodujících pro vykonání pohybu umožňující dosažení silového maxima ve stejném čase
  - souhrou agonistů s antagonisty kdy při kontrakci agonistů dochází k současnému reflexnímu snížení tonu antagonistických svalů, tzv. reciproční inhibici.

Koordinovaná činnost agonistů je charakterizována při vysoce specifických (především závodních) cvičeních optimalizací nástupu svalového stahu v daném časovém intervalu a dosažením silového maxima v potřebném okamžiku pohybového průběhu.

- ***Zásoby energetických zdrojů a jejich mobilizace ve svalu.*** Produkce síly je závislá na odpovídající zásobě zdrojů energie ve svalu a na schopnosti rychlé mobilizace z pohotovostních i doplňkových substrátů přímo ve svalu. Jedná se především o ATP, CP a svalový glykogen, v případě silové vytrvalostí při nižší intenzitě a delším trvání rovněž triglyceridy. Z hlediska mobilizace energetických zdrojů sehrává důležitou roli enzymatická aktivita (např. působení fosfofruktokynázy při glykolýze).
- ***Reflexní děje a elasticita svalové a šlachové tkáně.*** Významně se uplatňují především v cyklu natažení - zkrácení *(stretch - shortening cycle)*, jež lze ovlivnit tréninkem (např. plyometrií).
- ***Optimalizace aktivační úrovně centrální nervové soustavy (CNS).*** Aby bylo možné vydat svalovou sílu v rozhodujících fázích pohybu, je nezbytné plné soustředění na prováděnou pohybovou činnost. Na vysoké aktivaci se podílí rovněž motivace sportovce, která může výrazným způsobem ovlivnit sílu i rychlost svalového stahu.
- ***Zvládnutí techniky.*** Dokonalá automatizace pohybu úzce souvisí s mezisvalovou a nitrosvalovou koordinací, koncentrací na vyvinutí svalové síly ve vymezeném čase. Sportovec musí mít techniku prováděného cvičení dostatečně zautomatizovanou, aby se mohl plně soustředit na vytvoření potřebné silové úrovně.

Z uvedeného vyplývá, že změny svalové síly v důsledku tréninku jsou spojeny s následujícími mechanismy:

1) *Zvětšení kontraktilních struktur (především aktinu a myozinu) svalovou hypertrofií).*
2) *Zvětšení energetických zásob ve svalu a přísun dostatečného energetického potenciálu do svalového aparátu.*
3) *Zlepšení neurálních předpokladů svalového aparátu intramuskulární a intermuskulární koordinací.*
4) *Zlepšení funkčních vlastností svalů (hlavně rychlost kontrakce a elastické vlastnosti svalů a šlach).*

V tréninkových programech je třeba zohlednit odlišné uplatnění uvedených faktorů v jednotlivých sportech, stejně jako specifičnost programů. Ukazuje se, že již malé změny v charakteristikách pohybu vedou ke změnám vzorců intramuskulární a intermuskulární koordinace (Lehnert et al., 2010).

Činnost kosterního svalu (Pokorný a kol., 2001):

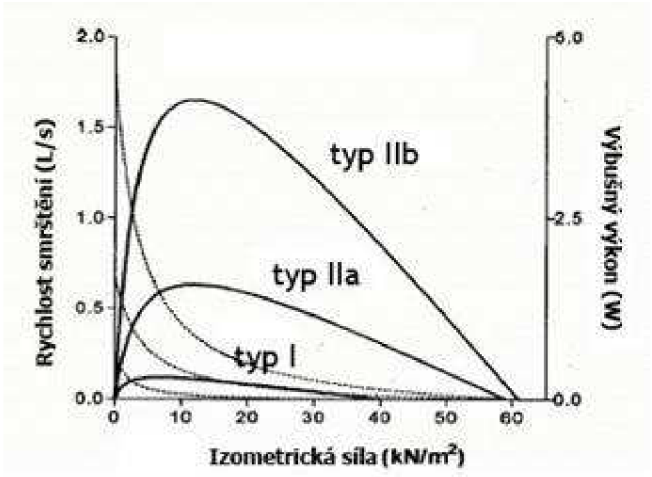
Kosterní svalstvo (u dospělého člověka okolo 30 kg) se podílí přibližně 35 - 40% na celkové hmotnosti těla. Největší část aktivní hmoty kosterního svalu připadá na příčně pruhovanou tkáň.

Buňka kosterního svalu (svalové vlákno) je mnohojaderná, válcového tvaru, o průměru 10 - 100 μm a dlouhá až 20 cm (viz obr. 3). V sarkoplasmě je uloženo velké množství *myofibril* o průměru 1 - 2 μm, které se po délce člení na *sarkoméry.* Sarkoméra je kontraktilní jednotka svalu, ohraničená na obou koncích *destičkami Z.* Její (izotropní) *proužek I* je tvořen aktinovými filamenty, zakotvenými jedním koncem v destičce Z. Tato destička je patrná jako Z-linie. Tmavší proužek A odpovídá myozinovým filamentům. Myozinová filamenta se částečně překrývají s aktinovými: tam, kde jsou pouze myozinová filamenta, je v proužku A světlejší úsek, tzv. zóna H. Střed sarkoméry vyznačuje tmavší linie M uprostřed zóny H.

Obr. 3: Struktura svalu (http://vyuka.zsjarose.cz/data/swic/lessons/659.jpg)

Dělení svalových vláken podle Grasgrubera a Cacka (2008):

- ***Pomalá (oxidativní) vlákna (TYP I)*** jsou nezbytná pro vytrvalostní, aerobní svalovou práci (tj. dlouhodobou, méně intenzivní práci probíhající za přístupu kyslíku). Smršťují se sice pomalu, jak je vidět na grafu (viz obr. 4) asi 70 - 140 milisekund, avšak využívají energii ATP efektivněji a jsou typická velkou hustotou prokrvení.

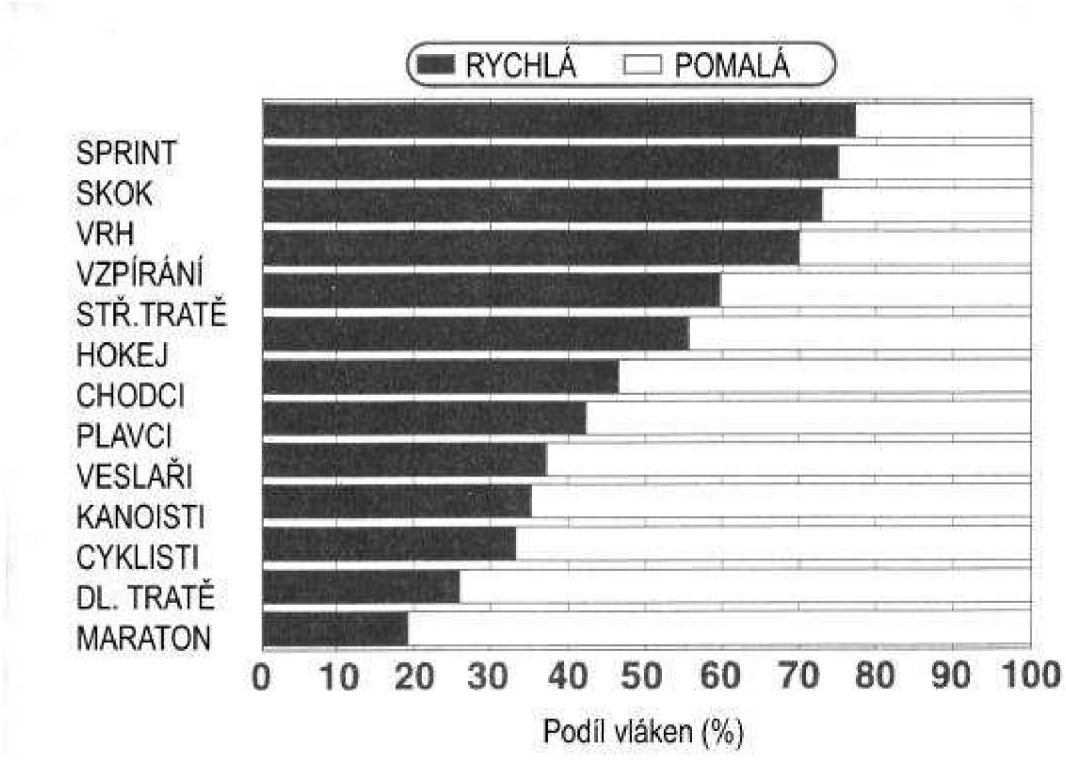


Obr. 4: Rychlost smršťování, síla a výbušnost tří základních typů svalových vláken. (S. Bortolotto, C. Reggiani: Cellular and Molecular Basis of Heterogeneity in Contractile Performance of Human Fibers. Basic Appl Myol 1/2002, str. 7-16, in: Grasgruber a Cacek, 2008)

- ***Rychlá vlákna (TYP II)*** se dělí na pomalejší *typ IIa (oxidativně - glykolytický),* jenž má i určitý aerobní potenciál, a rychlejší *typ IIb či IIx (glykolytický),* který je důležitý pro anaerobní sporty, kde dominuje explozivní energie, jako jsou např. krátké sprinty či skoky. *Vlákna typu IIa* představují jakýsi přechod mezi vlákny I a IIb; mají velký průřez, kratší sarkomery, střední obsah myoglobinu a mitochondrií, méně husté prokrvení, poměrně velké zásoby glykogenu i kreatinfosfátu, málo triacylglycerolů a

střední rychlost smrštění (50 - 100 milisekund). *Vlákna typu IIb* mají největší dynamickou sílu ze všech tří typů, ale nízký obsah mitochondrií i myoglobinu a malé prokrvení. Vlivem menšího množství cytoplazmy je jejich průřez menší než u vláken typu IIa a obvykle jen nepatrně větší než u vláken typu I. Mají velké zásoby kreatinfosfátu a glykogenu, avšak málo triglycerolů. Smršťují se asi 4krát rychleji, než vlákna typu I (20 - 50 milisekund). Aktivita glykolytických enzymů je vysoká, oxidativní enzymy jsou málo činné.

Vlákna typu I a IIa jsou označována také jako **červená vlákna**. Toto zabarvení jim dodává myoglobin. Rychlá vlákna IIb se označují jako tzv. **bílá vlákna**. Podíl bílých a červených vláken je u každého sportovce individuální (viz obr. 5).



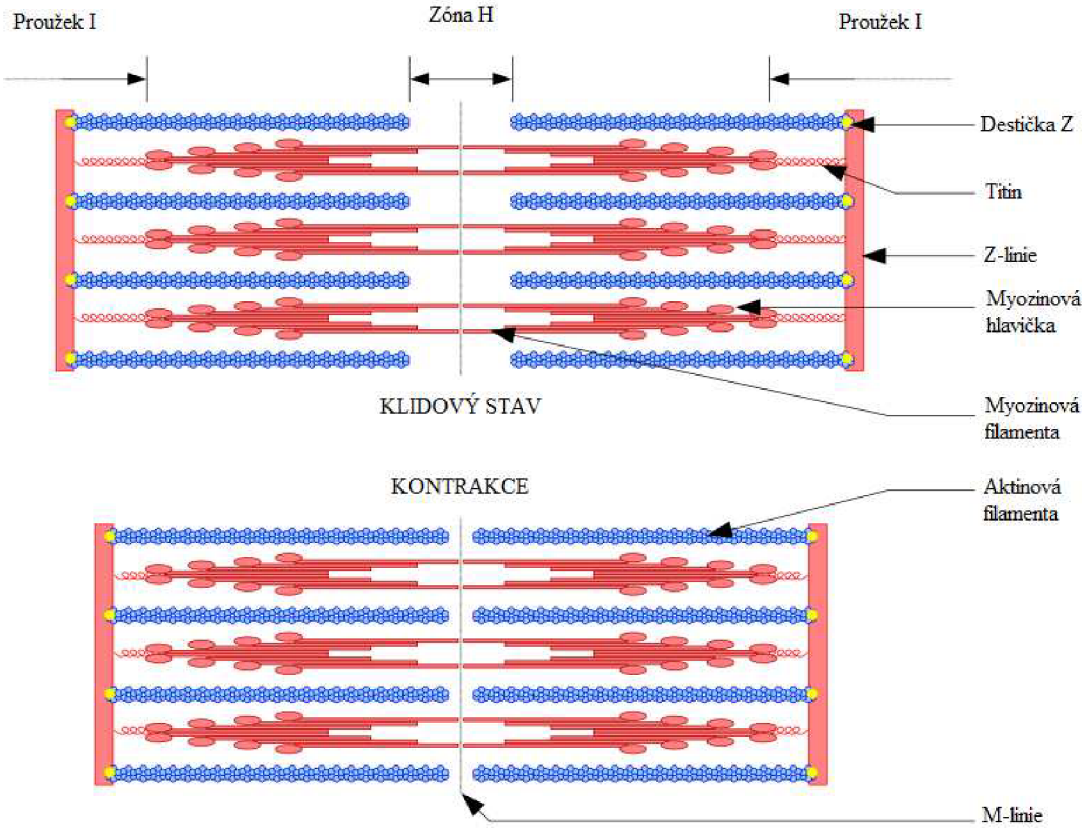
Obr. 5: Podíl pomalých a rychlých vláken u sportovců různých specializací (modifikováno podle Meško, D. a kol., 2005 - není však upřesněno, o který sval se jedná)

Mechanismus kontrakce svalového vlákna:

Molekulární podklad stahu sarkomer se vysvětluje zasunutím svalových bílkovin myosinu a aktinu do sebe. Aktinová vlákna jsou tvořena dvojitou závitnicí této fibrilární bílkoviny. Podobně myozinové vlákno má spirálovitě uspořádané postranní hlavice se stopkou. Předpokládá se, že při kontrakci se zasouvání vláken uskutečňuje vytvářením příčných můstků (*Huxleyho* kluzný model kontrakce). Přitom se délka vláken (aktinu a myosinu) nemění (Seliger et. al, 1980).

Základní děje kontrakce dle Schmidta (1993):

- ***Klidový stav:*** silná myozinová filamenta ve středu sarkomery se jen málo překrývají s tenkými aktinovými filamenty, která mezi ně pronikají ze Z-linií.
- ***Kontrakce:*** aktinová filamenta jsou vtahována mezi myozinová filamenta. Propojení i tah se uskutečňují přes *příčné výběžky* (příčné můstky myozinové hlavy) na koncích myozinových filament (viz obr. 6). Můstky se napojují na aktin, vyvolávají *kývavý pohyb* (vlastní kontrakční děj táhne aktinová filamenta do středu sarkomery), potom se znovu uvolní a „napruží“ pro nové ohnutí (kompletní *cyklus příčných můstků*). Potom obnovené spojení atd. Pro maximální zkrácení je potřeba asi 50 „úderů vesel“; protilehlá aktinová filamenta se srážejí uprostřed sarkomery.
- ***Relaxace:*** myozinové hlavičky se oddělí od aktinových filament a ty pasivně vyklouznou z myozinových filament.



Obr. 6: Stavba sarkomery
(modifikováno podle: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Sarcomere.svg)

Energetické zdroje potřebné pro svalovou kontrakci:

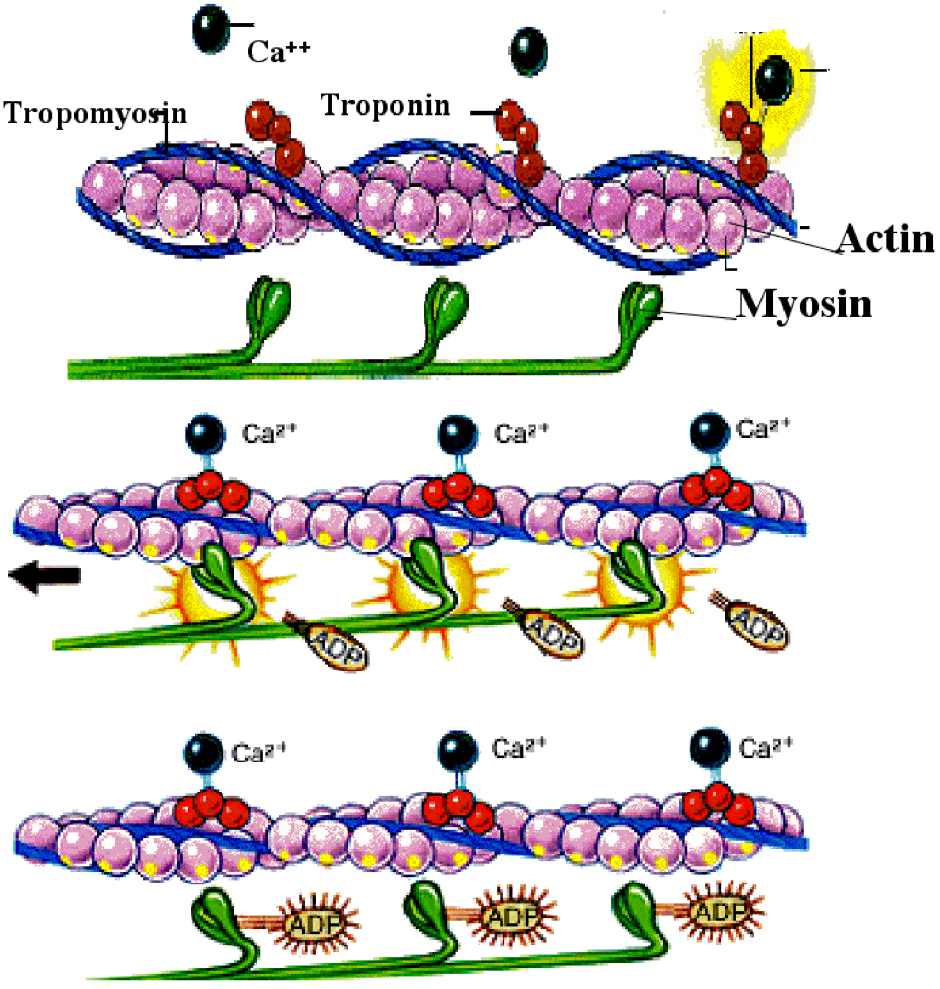
Kontrakce svalu je vázána na štěpení bezprostředně použitelného zdroje energie, jímž je ATP (adenozintrifosfát). Protože zásoby ATP v místě spotřeby, tj. ve svalu, jsou malé a nelze je zvýšit ani tréninkem, jsou práce a výkon svalů a trvání fyzické zátěže závislé na rychlosti obnovy ATP. Sval získává energii v obnově ATP buď anaerobními nebo aerobními pochody (viz obr. 7).

Bez přístupu kyslíku získává sval energii štěpením buď fosfagenu nebo glykogenu. Zásoby fosfagenu ve svalu nejsou velké a brzy se odčerpají. Anaerobní štěpení glykogenu na kyselinu mléčnou je nehospodárné - hromadění nevyužitého laktátu ve svalu zhoršuje činnost svalu a urychluje nástup únavy. Sval využívá anaerobního způsobu úhrady energie v období přechodu z klidu do činnosti, při

intenzivní krátkodobé činnosti, při statické činnosti apod., tj. v případech, kdy je přísun kyslíku ke svalu omezen až znemožněn.

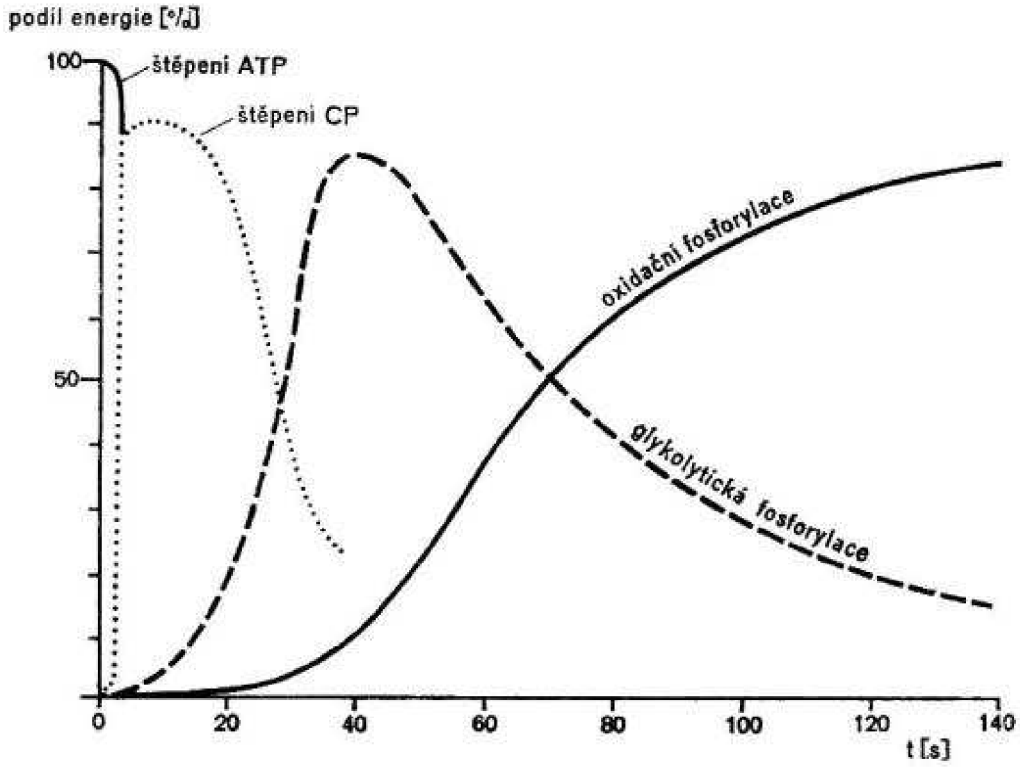
Uvolňování energie aerobními pochody, tj. oxidací živin, jako sacharidů, mastných kyselin, kyseliny mléčné transportovaných spolu s kyslíkem krví, je závislé na velikosti průtoku krve svalem. Sval může sice použít vlastních „zásob“ kyslíku vázaných na myoglobin, ale ty vystačí pouze na dobu 5 - 10 s práce.

Dynamická činnost svalů, zvláště při mírné intenzitě výkonu, může pokračovat po řadu hodin, protože odčerpávaný svalový glykogen se doplňuje z rezerv glykogenu v játrech a z tukových rezerv (Sobolová a Zelenka, 1973).



Obr. 7: Detail činnosti myofilament
(http://www.ucl.ac.uk/~sjjgsca/muscleSlidingFilament.html)

Rychlostní zatížení s dobou trvání výkonu přibližně 15 s využívá jako hlavní energetický zdroj systém makroergních (na energii bohatých) fosfátů ATP a CP (ATP – CP systém) s nepatrnou tvorbou laktátu (viz obr. 8). Rychlostně vytrvalostní zatížení od 15 – 50 s využívá ATP a CP, navíc anaerobní glykolýzu s tvorbou laktátu. Zdrojem energie při vytrvalostním krátkodobém zatížení do 2 min je anaerobní glykolýza s velmi vysokou tvorbou laktátu (glykolytická fosforylace). Vytrvalostní zatížení střední 2 – 11 min využívá především glycidy se střední tvorbou laktátu, dlouhé vytrvalostní zatížení 11 – 60 min využívá glycidy a lipidy, tvorba laktátu je malá. Velmi dlouhá doba zatížení delší než 60 min využívá jako energetický zdroj převážně lipidy a glycidy, laktát se tvoří v malé míře (Havlíčková, 2003).

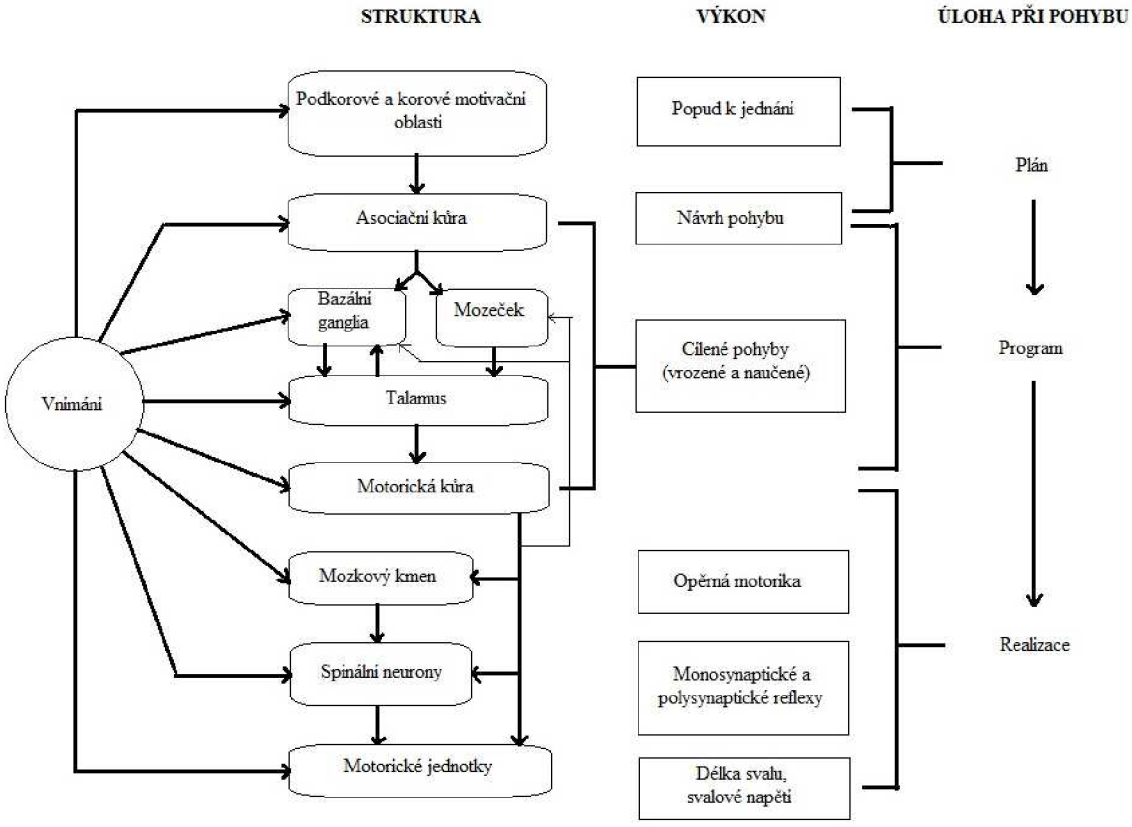


Obr. 8: Podíl zdrojů energie na její celkové úhradě v závislosti na čase při maximálních výkonech různého trvání (Meško, 2005).

Součásti a úlohy motorického systému

Definice motorických center v centrálním nervovém systému (CNS):

K *motorickému nervovému systému* jsou počítány všechny nervové struktury (viz obr. 9), jejichž výhradním nebo převážným úkolem je kontrola držení těla a pohybu. Takové struktury, např. motorická kůra, označujeme jako motorická centra. Ty mají kaskádovité uspořádání a leží v nejrůznějších oddílech CNS. Jsou specializovány na určité motorické úkoly, a tím odkázány na spolupráci (Schmidt, 1993).



Obr. 9: Nejdůležitější struktury a jejich zapojení jsou seřazeny v levém sloupci. Pro jednoduchost jsou všechny senzorické vstupy shromážděny zcela vlevo. Střední sloupec zdůrazňuje aktivity zřetelné při izolovaném pozorování jednotlivých struktur, pravý sloupec zobrazuje úlohu při iniciaci a provádění pohybů.
[Podle Birbaumer N., Schmidt RF (1991) Biologische Psychologie. 2. vyd. Springer, Heidelberg]

1.1.2 Rychlostní schopnosti

Rychlost (sportovního) pohybu je schopnost reagovat pokud možno co nejrychleji na podnět nebo provést při působení minimálního odporu pohyb co nejrychleji (Martin et al., 1992).

Pojmem rychlostní schopnost rozumíme schopnost provádět pohybové činnosti nebo řešit určitý pohybový úkol v co nejkratším čase. Při základním dělení se vyčleňují ***reakční*** rychlostní schopnosti a ***realizační*** rychlostní schopnosti jednoduchého pohybu a pohybu komplexního. Odpovídat na daný podnět či zahájit pohyb v co nejkratším čase, tedy reakční rychlost, velmi úzce souvisí s rozvojem rovnovážných schopností. Přestože jsou rychlostní schopnosti do značné míry ovlivněny dědičností, s věkem se ztrácejí, je proto třeba je neustále rozvíjet. Podílejí se i na rozvoji ostatních pohybových schopností. V úzkém vztahu jsou nejen s rovnovážnými, ale také se silovými schopnostmi. Jedině dostatečně silné svaly dokáží vyvinout námi požadovanou realizační rychlost (Muchová, Tománková 2009).

Rychlost je pohybová schopnost konat krátkodobou pohybovou činnost do 20 s v daných podmínkách (konstantní dráha nebo čas bez odporu, nebo s malým odporem) co nejrychleji (Choutka a Dovalil, 1987).

Podle Periče a Dovalila (2010) mají i rychlostní schopnosti stejně jako silové určitou strukturu, která obvykle člení rychlostní schopnosti do **tří základních projevů:**

- **Rychlost reakce** (někdy nepřesně nazývanou jako reakční čas), která je dána dobou reakce na určitý podnět (cvičení na reakci jedince – rychlé změny poloh - reakce na podnět)

- **Rychlost jednotlivého pohybu** (zvaná jako rychlost acyklická), většinou se jedná o jeden pohyb, u kterého jsme schopni přesně rozlišit začátek a konec (vertikální výskok apod.)

- **Rychlost lokomoce** (nebo také rychlost cyklická), jako běh apod. Tato rychlostní forma se dále může dělit do několika podob:

    - ***rychlost akcelerace*** - co nejprudší zrychlení
    - ***rychlost frekvence*** - pohyby co nejvyšší frekvencí
    - ***rychlost se změnou směru*** - různé slalomy, zrychlení, zpomalení apod.

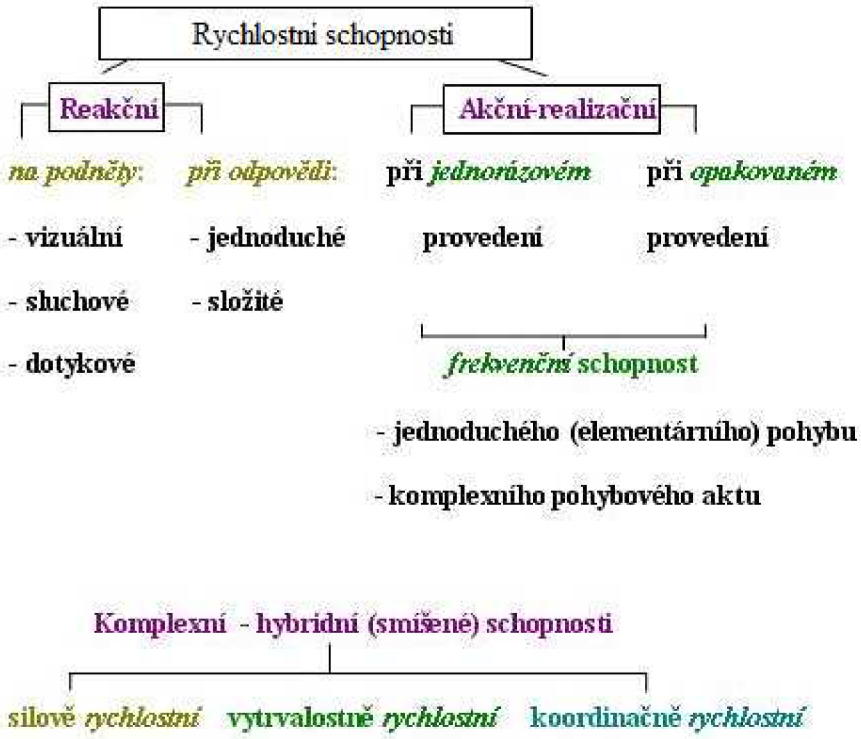
Druhy rychlosti podle Schnabela (in Lehnert et al., 2010):

- **Elementární**
- **Komplexní**
    - ***Akční*** - *acyklická, cyklická (akcelerační, frekvenční, se změnou směru)*
    - ***Reakční*** - *jednoduchá reakce, výběrová reakce*
    - ***Rychlost jednání***

Elementární rychlost. „Spočívá v časových programech buď cyklického, nebo acyklického charakteru, které jsou součástí příslušných motorických programů. Motorický, a tedy i časový program se utváří v průběhu osvojování konkrétní pohybové dovednosti, je zautomatizovaný a stabilní, v CNS je uložen dlouhodobě v paměti. Elementární rychlostní schopnost je tedy primárně závislá na *kvalitě silně geneticky podmíněných neuromuskulárních řídících a regulačních procesů*“.

Komplexní rychlost. „Je podmíněna fyzickými a psychickými předpoklady a vyznačuje se vazbou na ostatní výkonnostní dispozice. Projevuje se v rychlosti jednání a pohybových výkonech, kdy činnost musí být realizována ve velmi krátkém čase. Zahrnuje tak *reakční rychlost, akční rychlost (realizační) i rychlost jednání (rychlost rozhodnutí o vykonání pohybu)*. Rychlost jednání můžeme charakterizovat jako schopnost k zahájení rychlé pohybové realizace, závislé ve značné míře na psychických a neurobiologických řídicích systémech. Pohybová akční rychlost se může dále projevit jako *acyklická rychlost* nebo *cyklická rychlost*. V případě reakční rychlosti lze rozlišit rychlost jednoduché nebo výběrové reakce“.

Oba druhy základního dělení rychlosti a jejich podrobné rozdělení jsou podrobně znázorněny na obr. 10.



Reakční rychlostní schopnost je „schopnost odpovídat na daný podnět či zahájit pohyb v co nejkratším časovém úseku"

Akční rychlostní schopnost je „schopnost provést určitý pohybový úkol v co nejkratším časovém úseku od započetí pohybu, popřípadě s maximální frekvencí".

Obr. 10: Struktura rychlostních schopností (Kovář, in Čelikovský et al., 1990)

Reakční rychlost:

- ***jednoduchá reakce*** (viz tabulka 2) - představuje odpověď sportovce na neměnný, přesně určený podnět (signál) přesně stanovenou neměnící se pohybovou odpovědí (např. plavecký či sprinterský start na výstřel)
- ***výběrová reakce*** - je reakcí na rozličné očekávané nebo nečekané podněty - signály (pohyb soupeře, let míče, změna vnějších podmínek apod.), na které sportovec reaguje některou ze zvládnutých pohybových dovedností.

Akční (realizační) rychlost:

- ***acyklická pohybová rychlost*** - znamená jednorázové provedení pohybu s maximální rychlostí proti malému odporu. Ve struktuře acyklického pohybového aktu se rozlišuje fáze přípravná, hlavní a závěrečná. Mezi acyklickou rychlostí a silovými schopnostmi existuje úzký vztah především v oblasti rychlé síly.
- ***cyklická pohybová rychlost*** - je charakteristická opakovaným nepřerušovaným prováděním určitého strukturálního celku (cyklu) vysokou frekvencí. Struktura cyklických pohybových aktů se vyznačuje dvoufázovostí, tj. střídáním hlavní fáze a mezifáze (např. běh, plavání, jízda na kole). Nejčastěji je úroveň cyklické rychlosti hodnocena při sprinterských disciplínách, kde je označována také jako *sprinterská rychlost*, nebo ve sportovních hrách při rychlých pohybech se změnou směru. Cyklická pohybová rychlost se dále dělí na:

    - ***Akcelerační rychlost.*** Pro zahájení jakéhokoliv rychlého pohybu je nezbytná fáze zrychlení. Dynamický průběh a doba trvání fáze zrychlování pohybu je podmíněna dvěma charakteristikami: *velikostí vnějšího odporu* (čím je tento odpor větší, tím větší musí být síla, která působí proti tomuto odporu) a dále skutečností, kdy má být podle požadavků sportovní disciplíny dosaženo *maximální rychlosti.* Při sprintu, rozběhu skokana do dálky apod. je nezbytné dosáhnout maximální úrovně zrychlení na co nejkratším úseku dráhy.

- ***Frekvenční rychlost.*** Chápeme ji jako *rychlost opakujících se pohybů* (rychlost střídání kontrakce svalových skupin) za *jednotku času.* Určitá frekvence pohybů tělesných segmentů je nedílnou součástí cyklických rychlostí. V běžeckých disciplínách je např. rychlost běžce dána frekvencí a délkou kroku.
- ***Rychlost se změnou směru.*** Rychlost spojená se změnou směru je využívaná spíše ve sportovních hrách, např. ve fotbalu nebo basketbalu - tedy ve sportech, ve kterých je jedním z ukazatelů úspěšnosti schopnosti rychle měnit při lokomoci směr pohybu. Závisí především na koordinaci a úrovni pohybových dovedností. Trénink rychlosti se změnou směru tvoří nezastupitelnou část základní etapy sportovního tréninku.

Tab. 2: Příklady reakční rychlosti na různé podněty (upraveno podle Bedřicha a Dovalila, 2009)

Podnět	Reakční čas (s)
Taktilní (dotykový)	0,14 – 0,16
Akustický (sluchový)	
• Běžná populace	0,15 – 0,16
• Sportovci	0,07 – 0,10
Optický (vizuální, zrakový)	0,19 – 0,21

Stimulace rychlostních schopností

Dovalil a kol. (2002) tvrdí, že ovlivňování rychlostních schopností patří k nejobtížnějším tréninkovým úkolům. Jejich změna je dlouhodobou záležitostí. Více než u jiných pohybových schopností vyžaduje znalost podmínek, metod, cvičení, principů, opatření atd. a hlavně jejich dodržování v tréninkové praxi.

V úvahách o rychlosti se často objevují pochyby, zda ji vůbec lze tréninkem ovlivnit, zda tento komplex schopností neurčuje výhradně dědičné dispozice.

Dosavadní zkušenosti vypovídají o tom, že možnosti působení v tomto směru nejsou pravděpodobně velké. U rychlostních schopností byl zjištěn nejvyšší stupeň dědičnosti ze všech pohybových schopností.

Mezi faktory rychlostního zatížení dle Dovalila a kol. (2002) patří:

- ***Intenzita cvičení:*** maximální
- ***Doba cvičení:*** do 10 - 15 s
- ***Interval odpočinku:*** 2 - 5 minut
- ***Počet opakování:*** 10 - 15
- ***Způsob odpočinku:*** aktivní

- ***Intenzita cvičení*** musí být maximální nebo téměř maximální, příslušný pohyb je třeba přitom provádět kontrolovaně. Hraniční intenzity se dosahuje nasazením maximálního volního úsilí, tj. snahou o co nejvyšší rychlost pohybu nebo jeho akceleraci. Dosažení skutečného maxima předpokládá dostatečnou koncentraci a motivaci ke cvičení.
- ***Doba trvání cvičení*** určuje okamžik poklesu maximální intenzity (rychlosti) prováděného cvičení, jinak řečeno doba, po kterou lze požadovanou intenzitu udržet. Energeticky zatížení tohoto typu zajišťuje převážně ATP-CP systém, podle dostupných poznatků to může být do 10 - 15 s, jen výjimečně déle.
- ***Interval odpočinku*** určuje podmínky pro další opakování tak, aby bylo možné opět vyvíjet maximální intenzitu. Nemůže být proto libovolný, jeho délka má pro stimulaci rychlostních schopností rovněž mimořádnou důležitost. Odpočinek musí na jedné straně zabezpečit obnovu potřebných energetických zdrojů, včetně jejich superkompenzace (tabulka 3), a z části likvidovat kyslíkový deficit vyvolaný předchozí anaerobní činností.

Tab. 3: Časový průběh obnovy CP při opakované aktivaci ATP-CP systému (Fox, 1979)

Délka intervalu odpočinku (s)	**Procento obnovy CP**
do 10	Málo
30	50
60	75
90	88
120	94
nad 120	100

- ***Počet opakování*** cvičení limituje předpokládaný efekt. Má-li zatížení působit jako podnět a vyvolat patřičné adaptační změny, musí být mnohonásobně opakováno. Současně v tomto případě - rozumí se v rámci jedné tréninkové jednotky - má opakování cvičení žádoucí efekt, pokud se jeho intenzita (rychlost) nesnižuje. Když nelze požadovanou intenzitu udržet, měl by to být signál k ukončení tréninku rychlosti.
- ***Způsob odpočinku*** ovlivňuje průběh zotavných procesů a funkční i psychický stav organismu. S ohledem na to, co bylo uvedeno, by odpočinek měl být aktivní, tj. přestávky vyplňovat lehkým nenáročným pohybem mírné intenzity (chůzí, volným pohybem, vyklusáváním pod.). Taková aktivita příznivě působí na rychlost zotavných procesů a současně udržuje dráždivost nervosvalového systému na dostatečně vysoké úrovni.

1.2 TRÉNINK SILOVÝCH SCHOPNOSTÍ

Podle Dovalila a kol. 2008 musí trénink silových schopností vycházet z hlubších znalostí svalové činnosti a jejího nervového řízení.

Dostatečného stupně rozvoje může být dosaženo pouze v určitých podmínkách, navozených adekvátními metodami: např. svaly trénované pouze k projevům absolutní síly jsou méně výkonné při požadavcích na vytrvalostní sílu. Nerespektování těchto poznatků znamená přes často dlouhodobou tréninkovou práci málo účinné posilování.

Adaptační změny, podmiňující zvyšování úrovně silových schopností, se dotýkají všech limitujících biochemických, funkčních a morfologických činitelů. Účinek silového tréninku se tak spojuje se zvětšením příčné plochy svalu, se změnami energetických zásob svalu a jeho enzymatickou aktivitou. Uvažuje se rovněž o zmnožení (dělení) svalových vláken (hyperplazii). Podstatnou roli hraje přizpůsobení nervového systému ve smyslu frekvence budivých vzruchů a rychlosti jejich vedení. První fáze silové adaptace má charakter mezisvalové koordinace, výsledky se projevují již asi po dvou týdnech. Efekt zlepšené nitrosvalové koordinace se může dostatečně projevit po šesti až osmi týdnech posilování. Adaptační změny v podobě hypertrofie přichází v úvahu až po delším časovém období (měsíce až roky).

Hypertrofie - je růst tkáně vlivem zvětšování objemu jednotlivých buněk (tzv. buněčného růstu). Tím se liší hypertrofie od hyperplazie, která souvisí s masivním dělením buněk (Robert, 2006).

Obecně platnou fyziologickou podmínkou ovlivňování silových schopností je vyvolání vysoké tenze (napětí) ve svalu. Nejčastěji se tak děje prostřednictvím vnějšího odporu, břemene, jeho různou hmotností, rychlostí přemisťování a dobou jeho působení. Lze využít i kinetickou energii (pád) břemene. Při pevném vnějším odporu se stimulace dosahuje volním úsilím. Doplňkovou možnost skýtá rovněž stimulace elektrickým proudem (Dovalil a kol. 2008).

Druhy hypertrofie svalu:

- ***Myofibrilární*** je stimulována tréninkem s těžkými vahami, menším počtem opakování (1-5), dlouhými přestávkami a relativně nízkým úsilím (nikdy ne do úplného vyčerpání). Při velmi nízkém počtu opakování (1-2) a vahách blízkých maximu ji provází nejefektivnější zlepšení nitrosvalových funkcí, tj. „promazání" nervových synapsí, zvýšení množství zapojovaných svalových vláken a synchronizace jejich činnosti.
- ***Sarkoplazmatická*** je vyvolána typickým kulturistickým tréninkem se středními vahami, středním počtem opakování, kratšími přestávkami s vysokým úsilím do selhání. Tato kombinace vede k vyššímu objemu mechanické práce během cvičení i k vyššímu rozpadu svalových proteinů, což vyvolává maximální aktivaci růstových faktorů (růstový hormon) a intenzivnější syntézu energetických zásob a nekontraktilních proteinů spjatých s energetickými pochody v buňce (např. mitochondrie).

Způsoby možností zvýšit účinnost silového tréninku podle Grasgrubera a Cacka (2008):

- zvýšení hmotnosti zátěže,
- zvýšení počtu opakování,
- zvýšení počtu sérií,
- zkrácení doby odpočinku mezi sériemi,
- zvýšení rychlosti cvičení.

1.3 ÚNAVA A ZOTAVENÍ

Podle Seligera et al., (1980) je únava stav snížené výkonnosti, který se postupně dostavuje při jakékoliv činnosti. Tímto pojmem označujeme také subjektivní pocit, kterým je tento stav provázen, který nutí unaveného člověka činnost přerušit, nebo snížit jeho intenzitu. Tento pocit velmi nepříjemný až trýznivý, těžko překonatelný, chrání organismus před nadměrným vyčerpáním. Potlačujeme-li jej uměle, např. dopingovými prostředky, může dojít ke schvácení a k poškození organismu. Únava se vyvíjí současně s činností, různou rychlostí podle její intenzity.

Z objektivně měřitelných parametrů provází únavu snížení vitální kapacity plic, snížení účinnosti vydané energie, porušení acidobasické rovnováhy, zvýšení hladiny kyseliny mléčné a kyseliny pyrohroznové, přesuny vody mezi svalstvem a krví, přesuny iontů sodíku, draslíku a vápníku, změny v červeném i bílém krevním obraze, snížení aktivity enzymových systémů sloužících k přeměně látek při svalové činnosti, změny ve vylučování některých hormonů aj.

Únava by se dostavila velmi rychle, kdyby současně s pochody, které ji vyvolávají, neprobíhalo zotavování, které příčiny únavy odstraňuje a únavu tak oddaluje.

Dá se říci, že součin intenzity metabolismu a pracovní kapacity je zhruba konstantní. Je možné ho vyjádřit vzorcem:

$$PK \,.\, IM^{n} = K$$

(PK = pracovní kapacita, IM = intenzita metabolismu)

Dále Seliger et al. (1980) rozděluje únavu na:

- únavu na izolovaném svalu
- únavu při přirozených pohybech
- únavu při cvičeních různé intenzity

Podle Dovalila a kol., (2002) se rozlišuje únava ***tělesná*** a ***duševní***, únava ***celková*** (globální) a ***místní***. Klasifikuje se i jako únava ***periferní*** (změny ve svalech - např. vyčerpání energetických rezerv, pokles vody a elektrolytů, zvýšená koncentrace laktátu) a ***centrální*** (snížená funkce CNS). Při posuzování únavy lze použít i objektivních ukazatelů (z biomechanických např. zvýšená hladina močoviny nebo kreatinkinázy v krvi, snížený poměr testosteron/kortizol nebo glutamin/glutamat, zvýšený hydroxyprolin v moči aj.).

Za hlavní zdroje únavy se obecně považují:

- snížení energetických rezerv organismu,
- nadbytek některých produktů laktátové výměny (např. laktátu),
- narušení vnitřního prostředí organismu (např. iontové rovnováhy),
- změny regulačních a koordinačních funkcí (např. poruchy nervosvalového přenosu).

1.3.1 Přepětí a přetrénování

Přepětí

Přepětí je stav náhlých funkčních poruch organismu vznikající při tréninku nebo při závodu. Nejčastěji se projevuje jako porucha funkce srdeční a oběhové. Vznikne náhlá bolest u srdce provázená poklesem krevního tlaku a zrychlením srdeční frekvence, které je vystřídáno náhlou nepravidelností (arytmií) provázenou malou slyšitelností srdečních ozev (Sobolová a Zelenka, 1973).

K přepětí dochází při vystupňovaném úsilí dosáhnout vysokého sportovního výkonu, a to i tehdy, není-li organismus předchozím tréninkem dostatečně adaptován nebo použije-li jedinec k dosažení vyššího výkonu dráždidel řídících nebo výkonných funkcí organismu (dopingových látek). Někdy vzniká porucha takového rázu, že postižený musí být umístěn v nemocničním zařízení a léčen jako každý nemocný. Ovšem přepětí může končit i tragicky - smrtí. Známe také přepětí postihující CNS. Nástup změn bývá obvykle náhlý, projevuje se také mimo jiné pocity strachu, závratí, celkovou slabostí i mdlobami.

Přetrénování

Přetrénování je chronická únava, která vzniká v průběhu delších časových intervalů. Je nebezpečná tím, že může dojít k trvalým změnám v nervosvalovém systému. První příznaky signalizuje snižování výkonu (zvláště v koordinačně náročných aktivitách). I při pokračujícím tréninku pokles pokračuje, narušena bývá i obranyschopnost organismu, sportovec snadno akutně onemocní. U dětí může mít vážné důsledky narušující jejich vývoj (Dovalil a kol., 2008).

Při nesprávné stavbě tréninku, zejména nastane-li při rychle vystupňovaném tréninku nepoměr ve vztahu k odpočinku, objevuje se pokles výkonnosti provázený řadou příznaků, které souborně odpovídají stavu přetrénování. K přetrénování může vést i velmi časté závodění, poruchy životosprávy, přílišné psychické zatěžování, jednostrannost tréninku apod.

Přetrénování představuje chronický stav, při němž nastává nepoměr mezi nároky na výkon a možnostmi organismu. V popředí je řada poruch centrálně nervových funkcí, zvýšený neklid, podráždění, náladovost. Objevuje se zvýšená únavnost, ospalost, špatný spánek, celková ochablost, nechutenství, pokles zájmu o trénink. Jsou ovlivněny jak vegetativní, tak motorické funkce (Sobolová a Zelenka, 1973).

1.3.2 Odpočinek a zotavení

Odpočinek

Za odpočinku nastupuje řada obnovných změn, které vedou k zotavení z únavy. Odpočinek probíhá nejlépe za naprostého klidu, přiměřené teploty a vlhkosti vzduchu, v bezhlučném prostředí. Je součástí pravidelného denního režimu člověka. Odpočinek může být ***pasivní***, nejčastěji se shoduje s dobou spánku. V této době je mozková kůra v útlumu, a proto řada funkcí probíhá na nejnižší úrovni, zotavení a obnova probíhají tedy důsledně. Doba spánku narůstá se stupněm únavy a s potřebou obnovy. U dětí a sportovců by měla činit 9-10 hodin denně.

Aktivní odpočinek je důsledkem současné a následné indukce v mozkové kůře, které vedou ke zlepšení látkové přeměny ve svalstvu, nervové tkání, ve

vegetativně inervovaných vnitřních orgánech. Napomáhá organismu udržet funkční zdatnost, připravenost na práci i výkonnost (Sobolová a Zelenka, 1973).

Aktivní odpočinek se všeobecně využívá po závodě či tréninku, během soutěže, v přechodném období. Volí se k tomu koordinačně jednodušší cvičení (procházky, vyklusání, vyplavání aj.) nevysoké intenzity a zaměstnávající svaly, které nebyly předchozí činností zatíženy. K aktivnímu odpočinku patří i ***strečink***. Protahovací cvičení ovlivňuje svalové napětí a naplňuje tak jednu z podmínek rychlého průběhu zotavných procesů - dosáhnout poklesu svalové tenze (Dovalil a kol., 2002).

K rychlejší regeneraci organismu lze využít:

- potravinových doplňků
- vodních procedur
- sportovní masáže
- elektroprocedury
- akupresury a akupunktury
- infračervené záření
- ultrafialové záření
- psychologické postupy
- jóga
- dechová cvičení

Zotavení

Označujeme tak fázi po skončení činnosti. Dochází v ní postupně k obnovení klidové situace funkcí (viz tabulka 4), většinou k jejich superkompenzaci, jež je vlastně principem adaptace na zatížení. Doba zotavení záleží na délce a intenzitě zatížení a je u různých funkcí jiná. Z údajů v literatuře můžeme sledovat návrat tepové frekvence na klidovou hodnotu při různé délce téhož zatížení. Při jízdě na bicyklovém ergometru výkonem 200 W po dobu 5 minut bylo klidových hodnost dosaženo za 45 minut, po stejném dvouminutovém zatížení už za 20 minut.

K likvidaci kyslíkového dluhu dochází ve dvou fázích: během dne je likvidován alaktický dluh, sloužících k obnově vyčerpaných kyslíkových rezerv z krve, plic a oxymyoglobinu. Ke splacení laktátového dluhu dojde prakticky v průběhu 30 minut, i když hladina kyseliny mléčné, pomalu difundující do krve jeví zvýšení až do 60 min (Seliger et al., 1980).

Tab. 4: Změny obsahu některých látek ve svalu během zotavení po zatížení různého typu podle Jakovleva a kol. 1962 a Melichny 1990 (in: Dovalil a kol., 2002)

Intenzita a doba trvání cvičení	***Zotavná fáze***	***Změny výchozích hodnot***		
		Kreatinfosfát	***glykogen***	***bílkovinný dusík***
Maximální intenzity - 10 s	Po skončení	-45 %	-	-
	4 min.	-10 %	-	-
Střední intenzity - 15 min.	Po skončení	-138 mg%	-190 mg%	-406 mg%
	Po 15 min.	-71 mg%	-130 mg%	-400 mg%
	Po 30 min.	-48 mg%	-64 mg%	-333 mg%
	Po 60 min.	+23 mg%	+11 mg%	-302 mg%
	Po 6 hod.	+97 mg%	+143 mg%	+37 mg%
	Po 12 hod.	+110 mg%	+187 mg%	+361 mg%
	Po 24 hod.	-	+141 mg%	+270 mg%
	Po 48 hod.	-	+15 mg%	-26 mg%
Mírné intenzity - 5 hod.	Po skončení	-89 mg%	-400 mg%	-25 mg%
	Po 30 min.	-57 mg%	-322 mg%	-8 mg%
	Po 60 min.	+11 mg%	-272 mg%	-25 mg%
	Po 6 hod.	-37 mg%	-114 mg%	-23 mg%
	Po 12 hod.	-14 mg%	+180 mg%	+75 mg%
	Po 24 hod.	+13 mg%	+216 mg%	+46 mg%
	Po 48 hod.	-2 mg%	+267 mg%	+29 mg%
	Po 72 hod.	+17 mg%	+168 mg%	+8 mg%

1.4 MOTORICKÁ VÝKONNOST

Vymezení pojmů, určování výkonnosti (Měkota a Cuberek, 2007):

Od pojmu výkon se odvozuje termín výkonnost (level of performance). Ta může být vymezena takto:

Výkonnost = způsobilost (připravenost) podávat výkony v určité konkrétní činnosti, zpravidla na poměrně stabilní úrovni.

Výkon pak můžeme považovat za jednorázový projev výkonnosti. Výkonnost se považuje za předpoklad ke zdolávání určitých výkonových nároků reprezentovaný strukturou a stupněm vyjádření personálních výkonnostních předpokladů.

V případě *motorické* (též pohybové či tělesné) *výkonnosti* jde o zdolávání nároků pohybových. V případě *sportovní výkonnosti* o překonávání výkonových nároků sportovních. Úroveň motorické výkonnosti determinují v první řadě motorické schopnosti a pohybové dovednosti, spolupůsobí ovšem i intelektové a další psychické schopnosti a vlastnosti ovlivňující chování a připravenost k výkonu, důležité jsou určité somatické předpoklady.

Základní motorická výkonnost je připravenost podávat výkony ne v jedné, ale ve všech základních pohybových činnostech. Ty bývají součástí výkonnostních testů (baterií) a zároveň slouží jako indikátory motorických schopností.

Motorickou výkonnost jednotlivce určíme na základě jeho výkonu dosahovaných v dané době. Množinu údajů, z nichž se při výpočtu (či odhadu) vychází, tvoří větší počet, sled výkonů zaregistrovaných během zvoleného časového období. Jsou-li měřitelné, můžeme využít statistické míry střední polohy a variability pro stanovení úrovně a stálosti např. běžecké výkonnosti.

Motorickou (též tělesnou) výkonnost určité populace určíme na základě dat (výkonů) zaregistrovaných u jednotlivých osob, příslušníků dané populační skupiny.

Úrovně motorické výkonnosti

Je užitečné určovat čtyři úrovně motorické výkonnosti, které tvoří určitou posloupnost. Úrovně označujeme přívlastky *minimální, většinová, optimální* a *speciální.* Jejich specifikace a příklad kvantifikace pro jeden z rozšířených testů základní výkonnosti - shyby, je uvedena v tabulce 5.

Tab. 5: Čtyři úrovně motorické výkonnosti (Měkota a Cuberek, 2007)

Úroveň výkonnosti	***Charakteristika***	***Příklad***	
		Počet shybů	***Typický jedinec***
Minimální	Hranice motorické nedostatečnosti; úroveň hraničí s patologií	1	oslabený jedinec
Většinová	Odpovídá centrální tendenci; modální interval v běžné populaci	6	zdravý muž
Optimální	Zpravidla nejvýhodnější; cílová úroveň; svědčí o rezervách	10	student tělesné výchovy
Speciální	Podmiňuje úspěšnost v dílčí, fyzicky velmi náročné činnosti (např. ve vrcholovém sportu)	20	sportovní gymnasta

- Číselné údaje kvantifikují počet shybů na hrazdě (muži ve věku 20-30 let)

Uvedené čtyři výkonnostní úrovně vytyčují expertně a statisticky odvozené (publikované) *standardy* či *limity.* Můžeme je považovat za důležité orientační body při posuzování motorické výkonnosti jednotlivců i skupin obyvatelstva.

1.4.1 Pohybový rytmus

Rytmus nás zajímá jako významný strukturální činitel pohybového aktu, jako jeden z nejdůležitějších pohybových znaků. Je to znak komplexní a vícerozměrný. Na první místo klademe časovou dimenzi, na druhé dimenzi dynamiky; na ně navazují další dvě podstatná určení: ***opakování*** a seskupování elementů, které můžeme považovat za nositele rytmu (Měkota, Cuberek, 2007).

Dimenze časová. Rytmus může být definován jako:

specifické a charakteristické časové uspořádání pohybového aktu.

Jedná se o uspořádání fází, z nichž některé jsou akcentovány, akt či aktivita je členěna na doby (např. rytmus chůze je dvoučlenný). Mnohé pracovní a sportovní činnosti mají rytmus monotónní, kterými se budeme zabývat v této práci. Např. časové odstupy mezi jednotlivými fázemi bench pressu apod.

Dimenze dynamická. Dynamikou se zde rozumí síla a odstupňování síly svalových stahů promítající se do dílčích pohybů či pohybových elementů. Tak jako rytmus řeči vzniká střídáním slabik přízvučných a nepřízvučných, vzniká pohybový rytmus střídáním fází (dob) akcentovaných a neakcentovaných. Pohybový akcent je projevem zvýšeného svalového úsilí. V tanci se důraz projeví např. tak, že příslušný krok se spojí s podupem, výponem, poskokem apod. Ve většině cyklických činností pozorujeme tendenci k alternujícímu střídání dynamiky (střídání napětí a uvolnění), což je důležité pro hospodárnou činnost.

Opakování. Známý výrok praví: *rytmus je opakováním podobného.* Nemusí se opakovat celé pohybové cykly, ale jen některé stejné či podobné elementy. V hudbě se jedná například o jednotlivé tóny, v pohybovém projevu impulzy zrychlení či zpomalení, minima a maxima svalového napětí, různé dílčí pohyby i rozdílného směru či amplitudy. Rytmus se tedy nevztahuje pouze na akty cyklické, ale i na akty acyklické, arytmické jsou pouze výdrže.

2. CÍLE, ÚKOLY PRÁCE, VĚDECKÁ OTÁZKA

2.1 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je vyšetřit, jaký má vliv aplikace určitého rytmu - rychlosti cvičení - na maximální počet opakování s konstantním odporem, který se rovná 60 a 80% 1RM.

2.2 Vědecká otázka

VO1: Bude mít změna rytmu (rychlosti) cvičení s konstantním odporem a udržení této rychlosti vliv na celkový počet opakování s daným odporem?

2.3 Úkoly práce

1. Určit jedno opakovatelné maximum (1RM) testovaných osob u vybraných cviků (benchpress, předkopávání) a z něj poté vypočítat zatížení odpovídající 60 a 80% 1RM.
2. Zjistit závislost maximálního počtu opakování na změně rychlosti cvičení (tj. maximální počet opakování při různých rychlostech cvičení - např. s odporem 60, 80% 1RM). Rychlost cvičení při testech bude vždy určovat metronom.
3. Porovnat a vyhodnotit výsledky testování.

3. METODIKA PRÁCE

3.1 Stanovení výzkumného problému

Primárním výzkumným problémem je vztah provedení maximálního počtu opakování přirozeným (individuálním) způsobem předem neurčenou rychlostí cvičení u vybraných cviků silového charakteru a provedení maximálního počtu opakování se stejným odporem s určenou rychlostí cvičení při testech s různě odstupňovaným rytmem (rychlostí opakování), rovnajícím se 30 a 60 BPM. Dále budeme zkoumat, jak bude maximální počet opakování závislý na rychlosti cvičení a jak se bude tento počet opakování s různou rychlostí cvičení měnit.

3.2 Příprava a organizace práce

Význam zkoumání rychlosti cvičení a analyzování nervosvalových změn při aplikaci různých rychlostí cvičení s konstantním odporem v silovém tréninku vedl k sestrojení několika měřících přístrojů, které k takovému měření a zkoumání slouží. Tato zařízení slouží pro měření za dynamických (izotonických) podmínek.

Lineární snímače (měřiče) jsou často používány pro měření rychlosti daného pohybu a bylo prokázáno, že jsou přesné a spolehlivé. Konkrétně se jedná o zařízení umožňující měření zatížení a překonané dráhy v každém opakování pomocí gravitačního čidla, které ovlivňuje vnější odpor.

Pro většinu trenérů a sportovců je přístup k takové technologii stále obtížný, protože je obvykle velmi nákladná. Z této skutečnosti jsme odvodili názor, že metronom by mohl představovat poměrně levnou alternativu pro pomoc při našem měření rychlosti cvičení během silového tréninku.

Metronom je zařízení, které určuje tempo prostřednictvím zvuku a je obvykle používán hudebníky pro udržení pravidelného hudebního rytmu. Většina moderních metronomů jsou jednoduché elektronické, které mají možnost nastavení vlastního tempa. Metronomy byly dříve používány k určování doby potřebné k provedení pohybu, ale v této práci jsme zařízení použili pro udávání rychlosti cvičení u vybraných cviků silového charakteru. I bez potřeby dalšího výzkumu o účincích manipulace s rychlostí pohybu, bylo prokázáno, že různé rychlosti tréninku

mohou způsobovat pozitivní změny. Proto je potřeba levná a spolehlivá metoda pro určování rytmu při zvedání břemen.

Předpokládali jsme, že tato jednoduchá metoda využívající metronom, by mohla být vhodná ke stanovení rychlosti cvičení u námi testovaných cviků.

Účelem této práce je ověřit touto testovací metodu s pomocí digitálního metronomu maximální počet opakování při cvičení vybraných cviků s různým zatížením a různými rytmy.

Všechny testované osoby byly před začátkem testování podrobeny TC testu maximálních silových schopností (jedno opakovatelné maximum = 1RM) u vybraných cviků, abychom byli schopni určit procentuální body zatížení, vhodné pro naše testování.

Cviky byly prováděny podle určitého tempa s konstantním odporem vypočítaným vždy z 1RM. Test byl ukončen, pokud testovaná osoba přestala dodržovat určený rytmus cvičení. Cílem každého testu bylo dosáhnout maximálního počtu opakování v daném tempu.

3.3 Popis testovaného souboru

Testování se podrobilo celkem 8 osob (viz tabulka 6). Většinou se jedná o studenty FSpS MU v Brně (kde také probíhalo samotné testování), a proto u nich lze předpokládat určitou fyzickou zdatnost a dobré zvládnutí techniky testovaných cviků (benchpress, předkopávání). Všechny testované osoby se věnují sportu alespoň 4x týdně. Jejich somatotyp je mnohdy rozdílný a také sporty, kterým se věnují, jsou odlišné, takže výsledky testů jednotlivých testovaných osob budou různé a jistě i zajímavé.

Všechny uvedené osoby souhlasily se zveřejněním jejich anonymního popisu a výsledků jejich testů a celkových výsledků výzkumu v této diplomové práci.

Tab. 6: Údaje o testovaných osobách

	Věk (roky)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
TO 1	21	175	75
TO 2	21	181	83
TO 3	24	185	78
TO 4	24	175	77
TO 5	25	187	81
TO 6	24	180	81
TO 7	25	187	82
TO 8	24	191	82
TO 9	26	181	90
TO 10	22	185	95

TO 1: Testovaná osoba č. 1 se věnuje výkonnostně řecko-římskému zápasu. Jeho největším úspěchem je druhé místo na MČR ve váhové kategorii do 66 kg, čemuž však už jeho současná váha neodpovídá. Trénuje asi 4x týdně a jeho trénink je zaměřen převážně na rozvoj obratnosti a síly. TO 1 má postavu menšího vzrůstu, avšak s velmi dobrým svalovým základem pro tento druh sportu.

TO 2: Tento cvičenec se dobře realizuje v oblasti rekreační - výkonnostní atletiky, avšak rekreačně se věnuje mnoha dalším sportům (např. plavání, fitness, badmintonu apod.). Testovaná osoba má postavu střední výšky somatotypu ektomorf - mezomorf s převládající mezomorfní složkou a dříve vynikal v disciplínách, jako jsou např. hod oštěpem (těsně pod 50m), vrh koulí apod. Ve vyšších atletických soutěžích se tento cvičenec nijak výrazně neprosadil.

TO 3: Cvičenec se 5 let věnuje badmintonu, má dobré výsledky ve vertikálním výskoku a silné dolní končetiny. Jeho somatotypem je ektomorf - mezomorf.

Testovaná osoba č. 3 pravidelně trénuje 4x týdně a účastní se mnoha sportovních aktivit v rámci studia.

TO 4: Cvičenec se orientuje na výkonnostní atletiku a to především v disciplínách jako jsou běh na 110m překážek, běh na 400m, běh na 400m překážek, štafetové běhy atd. V poslední době se soustředí na studium a nezbývá mu čas na trénink a jeho tréninky mají nyní spíše rekreační charakter. Testovaná osoba je menší atletické postavy a má somatotyp s převažující mezomorfní složkou. Mezi jeho největší úspěchy patří několikanásobné umístění na předních příčkách na MČR v kategorii juniorů a později baráž o extraligu s prvoligovým družstvem mužů, jemuž byl důležitou oporou.

TO 5: Testovaná osoba č. 5 je spíše rekreační sportovec, který nemá žádnou konkrétní sportovní specializaci a většině sportů se věnuje převážně okrajově. Tato osoba má atletickou postavu vyváženého somatotypu ektomorf - mezomorf. Dříve se tento cvičenec věnoval výkonnostnímu plavání, nyní se však sportu věnuje spíše v rámci studia na FSpS MU.

TO 6: Testovaná osoba č. 6 je fotbalista střední atletické postavy. Za jeho největší úspěchy považuje 1. dorosteneckou ligu. Sám trénuje 4x týdně a jeho tréninky mají spíše vytrvalostní a rychlostní charakter. Okrajově provozuje více dalších sportů. Cvičenec nyní upevňuje své trenérské znalosti v ligovém fotbalovém klubu.

TO 7: Cvičenec je stejně jako testovaná osoba č. 6 fotbalista. Aktuálně hraje 1. A třídu, ve které se vyjímá jako útočník. Tato osoba příliš často netrénuje, ale rekreačně se zajímá o spoustu jiných sportů a to především v rámci studia. TO 7 je vyšší postavy somatotypu ektomorf - mezomorf.

TO 8: Testovaná osoba č. 8 je vrcholový volejbalista. Jeho předností je výška a dobrý odraz. Cvičenec má dobré výsledky ve vertikálním výskoku a je celkově fyzicky velice zdatný. Okrajově se věnuje fitness, plavání a jiným sportům. Jeho tréninky jsou charakteristické rozvojem rychlé síly, rychlosti a vytrvalosti.

TO 9: Cvičenec se ještě před několika lety věnoval výkonnostní kulturistice, primárně silovému trojboji. Jeho úspěchem je několik prvenství v krajských soutěžích. Testovaná osoba závodila v disciplínách, které v této práci testujeme, a proto by měla být pro naše testování vhodná. Tento cvičenec má dobře vyvinutou muskulaturu a v jeho somatotypu silně převažuje mezomorfní složka.

TO 10: Cvičenec je bývalý hokejista. Pro naše testování byl bohužel použit pouze na testy předkopávání. Testů na benchpressu se nezúčastnil kvůli zranění zápěstí.

3.4 Diagnostické metody

Před vlastním testováním, bylo testovaným osobám vyměřeno 1RM (jedno opakovatelné maximum) u benchpressu a předkopávání, které jsme vyhodnotili jako nejvhodnější cviky pro náš test. Testované osoby mají už se cvičením těchto cviků zkušenosti a zvládají dobře jejich techniku. Proto bychom mohli zvolit počáteční zátěž při zjišťování jejich 1RM na základě 80% jejich předpokládaného maxima. S každým úspěšným pokusem (1 opakování) by se zátěž zvýšila. Mezi pokusy by měla každá testovaná osoba minimálně 2 minuty odpočinku. Poslední úspěšný pokus = 1RM. My máme ale pro tento účel k dispozici softwarový program ***kalkFit*** (Kalkulačka pro výpočet intenzity silových cvičení) - program využívá k výpočtu dvou vzorců - Brzycki a Beachle.

Samotné testování probíhalo min. 48 hodin po zjišťování 1RM a poté po každém předchozím testu, aby se vyvrátila možnost svalové únavy. Před začátkem testu podstoupily testované osoby rozcvičení a zahřátí na rotopedu (10 minut) - viz obr. 11 a 15 opakování u obou cviků bez zátěže (jen se žerdí).

Obr. 11: Zahřátí před testováním

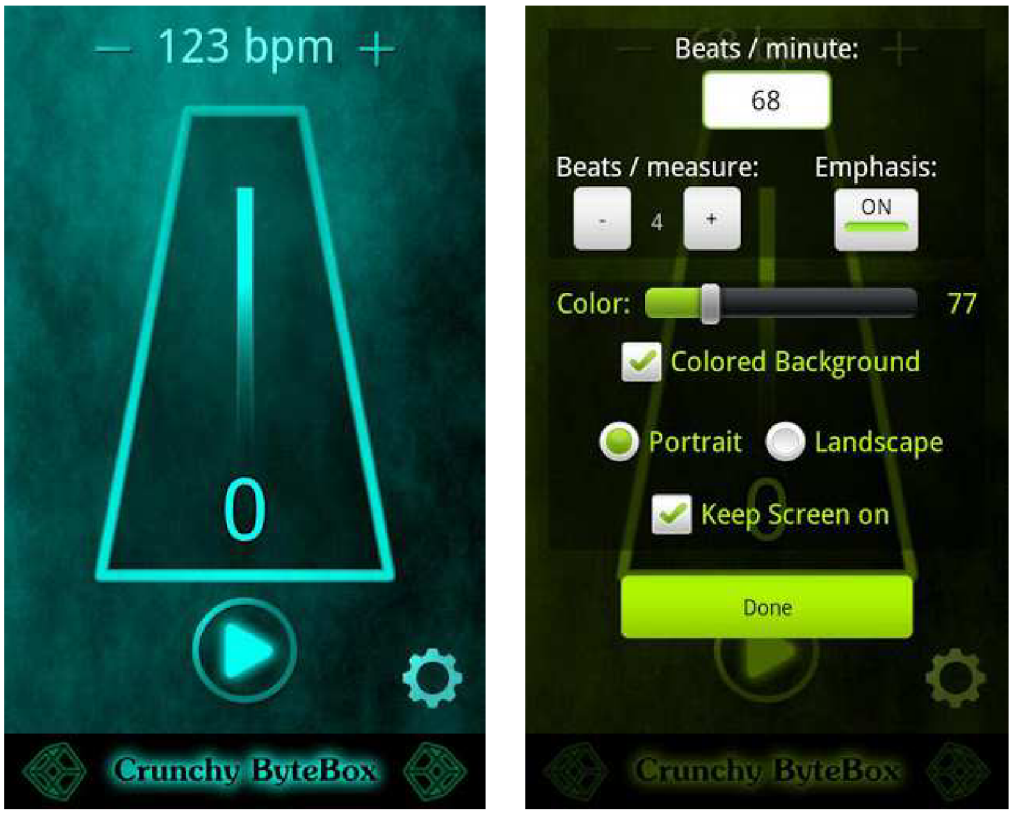
Zlehka se rozehřát a protáhnout svaly, které budete procvičovat je velice potřebné a to také z důvodu většího prokrvení**,** vyživení a zmírnění tření**.** Klouby se pak méně opotřebovávají a tím se zvyšuje jejich pohyblivost a to nemluvě **o** ***sníženém riziku zranění***.

Při nedostatečném protažení a zahřátí mohou přijít nepříjemné úrazy. I když to nepocítíte, hned vznikají tzv. ***mikrotraumata***, což jsou mikroskopické trhlinky ve svalech a pak ani nebudete vědět, jen špatně našlápnete a z tolika nešťastných začátků cvičení se může stát i několikaměsíční léčení.

Metronom

Pro náš test jsme použili mobilní telefon Samsung S5830 Galaxy ACE s operačním systémem Google Android v2.3.7, do nějž byl nainstalován softwarový metronom *METRONOME* verze 1.1 (aktualizováno dne 24.1.2013) od vývojáře *CRUNCHY BYTEBOX* - dostupný ve virtuálním obchodu *Google Play* (viz obr. 12), ve kterém lze nastavit počet úderů za minutu (BPM - beats per minute) signalizovaných zvukem. Každý signál představuje jednu fázi pohybu (flexi nebo extenzi).

Pro náš test jsme zvolili tempo 30 a 60 BPM s odporem, který se rovná 60 a 80% 1RM testované osoby.



Obr. 12: METRONOME, Crunchy Bytebox verze 1.1 (https://play.google.com/store/apps/details?id=crunchybytebox.metronome&hl=cs)

3.4.1 Popis a provedení použitých testů

Benchpress

Jedná se bezpochyby o nejpopulárnější a nejvíce rozšířený cvik, který je při posilování a v kulturistice používán. Je to cvik technicky poměrně jednoduchý, vysoce účinný na rozvoj síly a svalové hmoty prsních svalů a spolehlivě *testuje úroveň síly celé vrchní poloviny těla* (Smejkal, 2007).

Provedení:

- Vleže na lavici s chodidly pevně opřenými o podlahu (alternativou je zvednout nohy a položit chodidla s pokrčenými koleny na lavičku - tím odlehčíte bederní oblast páteře, ale zároveň se sníží stabilita trupu - vhodné pro pokročilé cvičence),
- Optimální šíře úchopu činky je výrazně větší, než je šíře ramen, zhruba 80 cm - měřeno mezi palci. Pokud by byl zvolen užší úchop (v šíři ramen nebo dokonce užší), zatížení by bylo přenášeno převážně na triceps a přední část deltového svalu,
- Tyč by se měla pohybovat vertikálně nahoru a dolů (viz obr. 15) od střední části hrudníku (oblast bradavek). Při pohybu činky dolů rozevřete široce lokty, abyste dosáhli maximální izolace prsních svalů. Činkou se hrudníku opravdu jen dotkneme, ale neodrážíme (!) a okamžitě se vracíme do výchozí polohy,
- Často vyžaduje dopomoc (viz obr. 13 a 14).

Dýchání

Při spouštění činky na hrudník nádech, při výtlaku výdech.

Rozsah pohybu

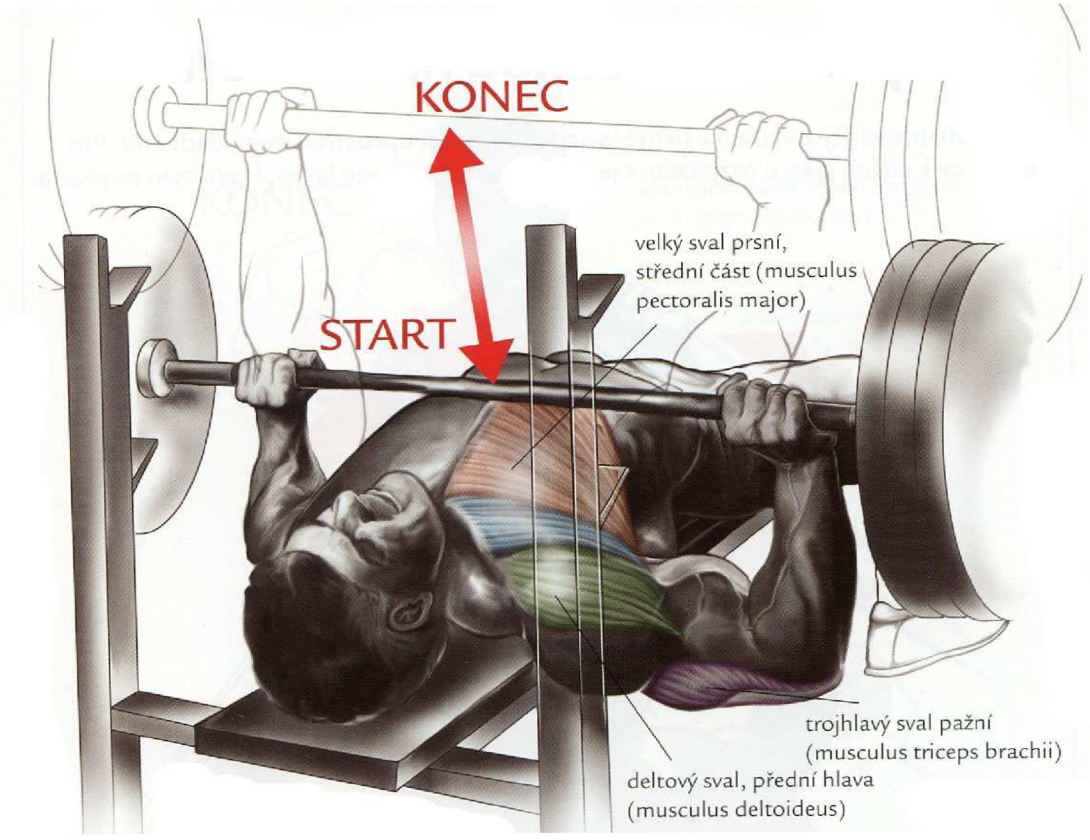
Ukončete tlak těsně před propnutím loktů, abyste udrželi napětí v prsních svalech a zmenšili pravděpodobnost zapojení tricepsů. V našem testu budeme cvik provádět do propnutých loktů.

Obr. 13: Dopomoc při testování na benchpressu

Obr. 14

Aktivované svaly (viz obr. 15):

- Velký sval prsní (m. pectoralic major)
- Malý sval prsní (m.pectoralis minor)
- Přední část svalu deltového (m. deltoideus - pars anterior)
- Pilovitý sval přední (m. serratus anterior)
- Sval hákový (m. coracobrachialis)
- Triceps paže (m. triceps brachii)



Obr. 15: Provedení cviku a popis hlavních aktivovaných svalů (Evans, 2007)

Nejčastější chyby:

- ***pohyb jen z ramen*** - ramena se musí hýbat s hrudníkem, jinak cvičite jen ramena! Poznáte to tak, že vás po tréninku bolí ramena,
- ***zkrucování těla do strany***, nerovnoměrné zvedání činky, zvedání nohou, mostování - musíte snížit zátěž, ***technika procvičení*** je důležitější než maxima,
- ***odrážení od hrudníku*** - je potřeba zastavit přesně na hrudníku a plynulým pohybem se rozjet nahoru, jinak si koledujete akorát o zranění,
- ***poloviční pohyb*** - nesmíte zastavit činku v polovině pohybu dolů, je třeba dát činku až na hrudník (poloviční pohyby se používaji jenom při speciálním tréninku).

TEST

Pomůcky a zařízení potřebné k testu:

- Lavice na benchpress, činka, záznamový arch, metronom.

Základní pravidla testu:

- TO drží činku nadhmatem, palec obepíná činku proti prstům,
- TO je kontrolována, aby se činka dotkla hrudi,
- Dokončení cviku do propnutých loktů,
- Dopomoc sparingpartnera.

Předkopávání

Tento cvik patří mezi jednokloubové - izolované cviky. Cvik je určený výhradně k posilování přední části stehen - kvadricepsů. cvičí se buď na začátku tréninku nohou jako rozcvičovací cvik o vyšším počtu opakování (i 20krát), nebo na konci tréninku nohou jako takzvaný prokrvovací neboli pumpovací cvik (8 – 12 x). I u tohoto cviku je možné přednostně zatěžovat určité hlavy kvadricepsu. Vnější hlava je více zatěžována, když špičky směrují k sobě. Vnitřní hlava, když špičky směrují ven (http://www.e-kulturistika.cz).

Provedení předkopávání dle Evanse, 2007:

- ***Pozice chodidel:*** Když palce směřují přímo nahoru, jsou zatíženy všechny části kvadricepsu stejně. Při stočení palců dovnitř dochází k vnitřní rotaci kosti holení a je zatížen vnitřní kvadriceps (sval široký vnitřní). Při vytočení palců ven dochází k vnější rotaci kosti holenní a je zatížen vnější kvadriceps (sval široký vnější),
- ***Umístění chodidel:*** Válečky neumožňují příliš měnit umístění chodidel, nicméně umístěním chodidel blízko sebe bude spíše zatížen vnější kvadriceps a při širším umístění chodidel bude více pracovat vnitřní kvadriceps,
- ***Pozice těla:*** Upravte si opěrku zad tak, aby podkolenní jamky přesně kopírovaly okraj lavice a zadní část stehen tak byla celá na podložce. Při zaklonění nebo zvednutí hýždí ze sedátka se natahuje kyčelní kloub a tím pádem i sval přímý stehenní, takže tato část kvadricepsu je během cviku zatížena více,
- ***Rozsah pohybu:*** Oblouk pohybu by měl být asi 90° (viz obr. 16). Snažte se zatnout kvadriceps co nejvíce v horní pozici, kdy jsou kolena propnutá. Abyste příliš nezatěžovali čéšku, neohýbejte kolena více než 90°,
- ***Zatížení:*** Zatížení je rovnoměrné, i když na některých strojích lehce stoupá při zvedání závaží. Menší zatížení ve výchozí pozici minimalizuje tlak na čéšku u pokrčených kolen.

Nejčastější chyby:

- Kmitavý rychlý pohyb,
- Kolena příliš vysunuta dopředu – lavička nezasahuje až úplně pod koleno,
- Nedotahování pohybu.

Aktivované svaly (viz obr. 16):

- Přímý sval stehenní (m. rectus femoris)
- Prostřední hlava kvadricepsu (m. vastus intermedius)
- Vnitřní hlava kvadricepsu (m. vastus medialis)
- Zevní hlava kvadricepsu (m. vastus lateralis)

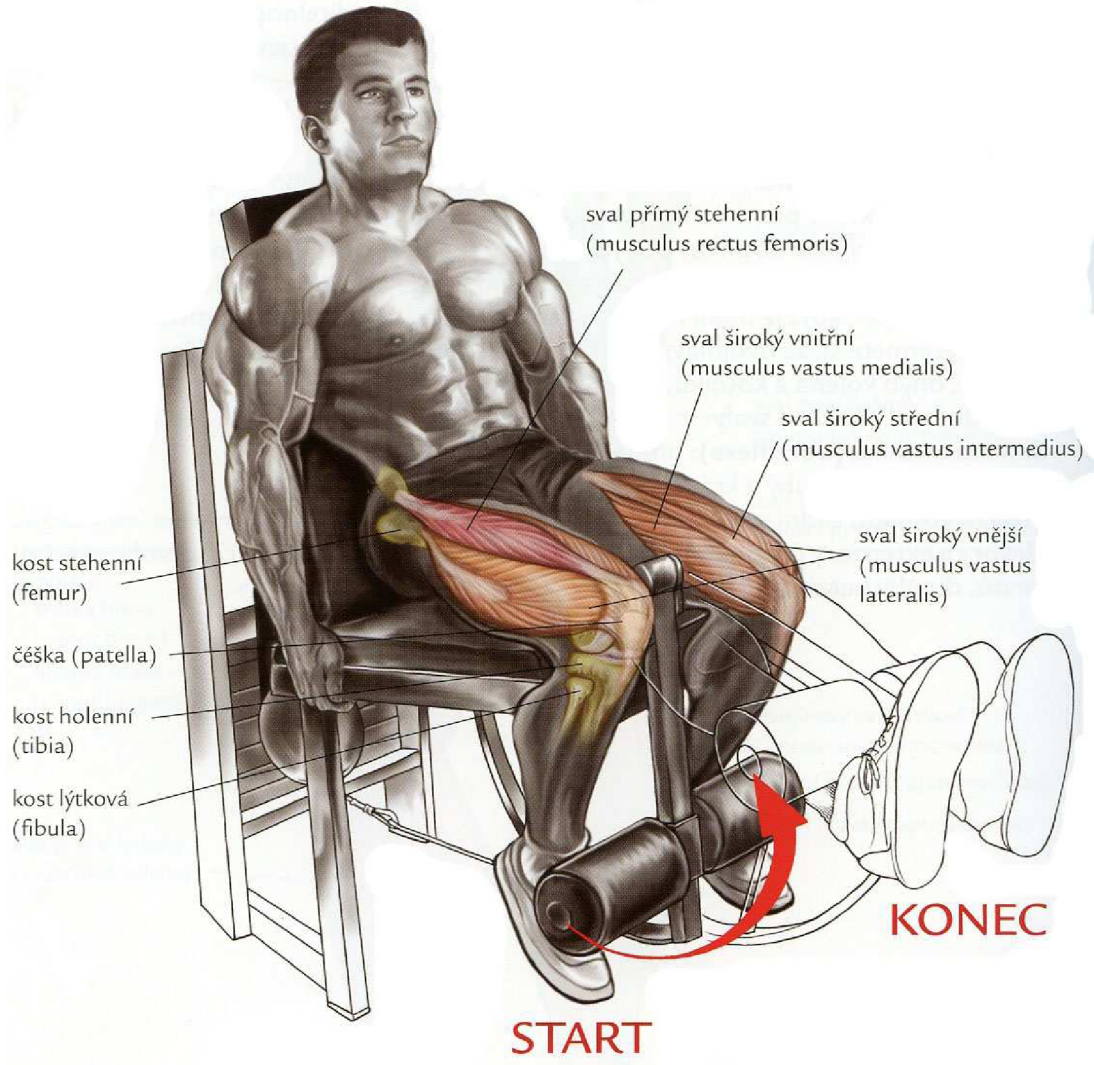
TEST

Pomůcky a zařízení potřebné k testu:

- Stroj na předkopávání, záznamový arch, metronom.

Základní pravidla testu:

- Pohyb je prováděn do úplného propnutí nohou (viz obr. 17),
- Brzdivým pohybem se TO vrací zpět do původní polohy (viz obr. 18),
- Polštářek pro nárty je nastaven co nejníže, ale jen tak nízko, aby byla bez problémů možná flexe (ohnutí) špiček.



Obr. 16: Provedení cviku a popis hlavních aktivovaných svalů (Evans, 2007)

Obr. 17: Propnutí nohou u předkopávání

Obr. 18: Předkopávání - základní poloha

3.5 Metody vyhodnocení výsledků

Z výsledků testů (tedy z naměřených hodnot) jsme zhotovili tabulky v programu Microsoft Excel 2010. Tyto tabulky jsme poté použili pro zpracování matematicko-statistických operací v programu Statistica10, ze kterého jsme poté použili tabulky a grafy pro uvedení konečných výsledků. Ke zjištění statistické významnosti mezi naměřenými hodnotami u benchpressu a předkopávání jsme použili Wilcoxonův párový test.

Aritmetický průměr $\bar{x}$

Je nejužívanější statistickou charakteristikou, nejčastěji používaný druh průměru. Vypočteme jej jako součet výsledků *n* osob dělený jejich počtem (Hendl, 2004).

Vzorec: $$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

$\bar{x}$ - aritmetický průměr

n - počet hodnot, ze kterých je průměr počítán

Σx_i - součet hodnot, ze kterých počítáme průměr

Směrodatná odchylka s

Vypovídá o tom, jak moc se od sebe navzájem liší typické případy v souboru zkoumaných čísel. Je-li malá, jsou si prvky souboru většinou navzájem podobné, a naopak velká směrodatná odchylka signalizuje velké vzájemné odlišnosti.

Vzorec: $$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

s - směrodatná odchylka

n - počet hodnot

x_i - i -tá hodnota

$\bar{x}$ - aritmetický průměr

4. VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUZE

Benchpress

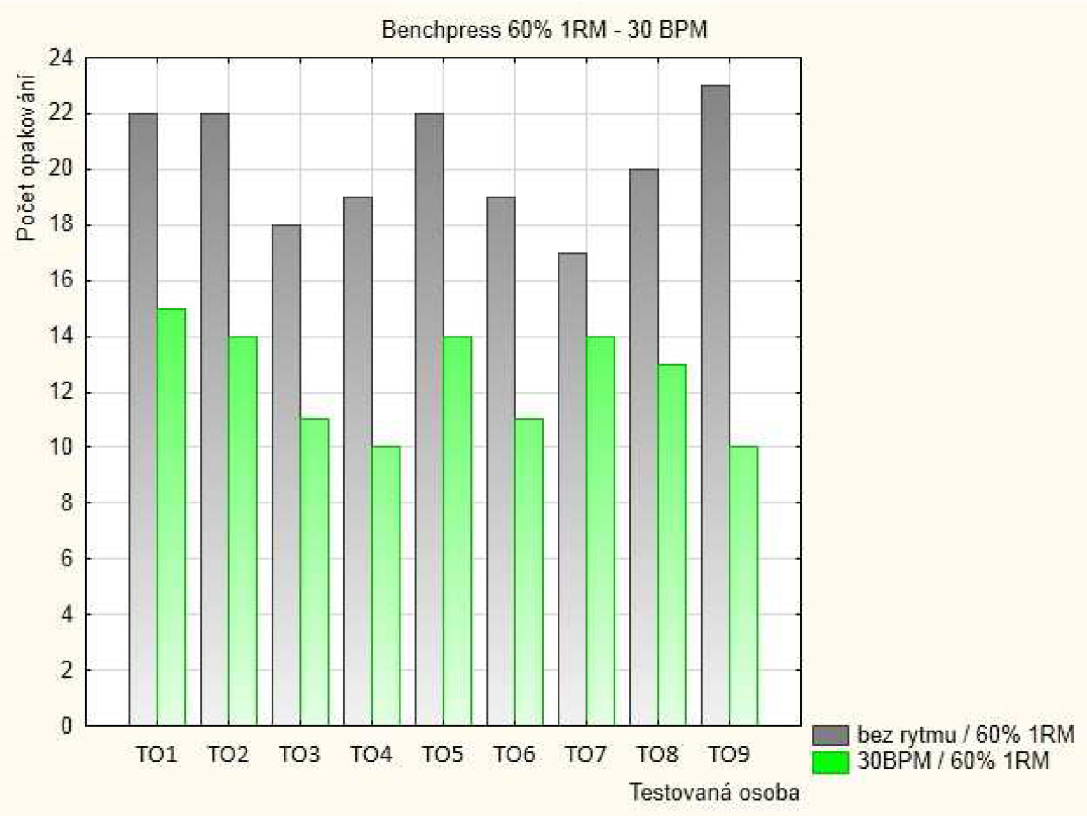
Jak už bylo zmíněno, u tohoto cviku jsme v rámci výzkumného šetření aplikovali cvičení se dvěma různými zátěžemi a to 60% a 80% 1RM a zároveň jsme využili dvou rytmů (rychlostí cvičení) 30 a 60 BPM (úderů za minutu). Pro porovnání závislosti maximálního počtu opakování na rychlosti cvičení jsme také změřili maximální počet opakování bez určeného tempa (viz tabulka 7), cvičenci tedy cvičili přirozenou rychlostí.

Tab. 7: Benchpress - výsledky maximálního počtu opakování s odporem 60 a 80% 1RM bez určeného rytmu.

	Počet opakování		1RM (kg)
	60% 1RM	80% 1RM	
TO1	22	10	95
TO2	22	8	95
TO3	18	8	75
TO4	19	8	110
TO5	22	8	90
TO6	19	7	75
TO7	17	5	70
TO8	20	8	90
TO9	23	8	145
Průměr	20,2	7,8	94
Sm. odch.	1,99	1,23	-

V testu maximálního počtu opakování bez určeného tempa s odporem 60% 1RM měla nejlepší výsledek testovaná osoba č. 9, která vykonala celkem 23 opakování, nejhorší hodnota byla naměřena u testované osoby č. 7 s počtem 17 opakování. U zátěže 80% 1RM měla nejlepší výsledek TO1 s počtem 10 opakování a nejméně opakování dosáhla stejně jako v případě 60% 1RM testovaná osoba č. 7. Průměrně zvládly testované osoby 20 opakování se 60% 1RM a necelých 8 opakování s 80% 1RM.

60% 1RM - 30 BPM



Obr. 19: Srovnání maximálního počtu opakování na benchpressu s odporem 60% 1RM bez rytmu a s rytmem 30 úderů za minutu

Z výše uvedeného grafu (obr. 19) je patrné, že všechny testované osoby vykonaly větší počet opakování bez rytmu, než s rytmem 30 úderů za minutu. Dle mého názoru je tento efekt způsoben tím, že byly svaly testovaných osob tímto pomalým tempem (30 BPM) vystaveny delším a fyzicky náročnějším svalovým kontrakcím. Tím docházelo ke svalové únavě, což mělo za následek menší počet opakování.

V tomto testu měla nejlepší výsledek testovaná osoba č. 1 s celkovým počtem 15 opakování v rytmu 30 BPM. Naopak nejhorší výsledky byly zaznamenány u testované osoby č. 4, která vykonala 10 opakování v rytmu 30 BPM. Průměrně testované osoby vykonaly 12 opakování v rytmu 30 BPM (viz tabulka 8).

Tab. 8: Výsledky testu na benchpressu s odporem 60% 1RM, tempo 30 BPM

TO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Průměr	Sm. odch.
Počet opakování	15	14	11	10	14	11	14	13	10	12,4	1,83

Průběžné zhodnocení VO:

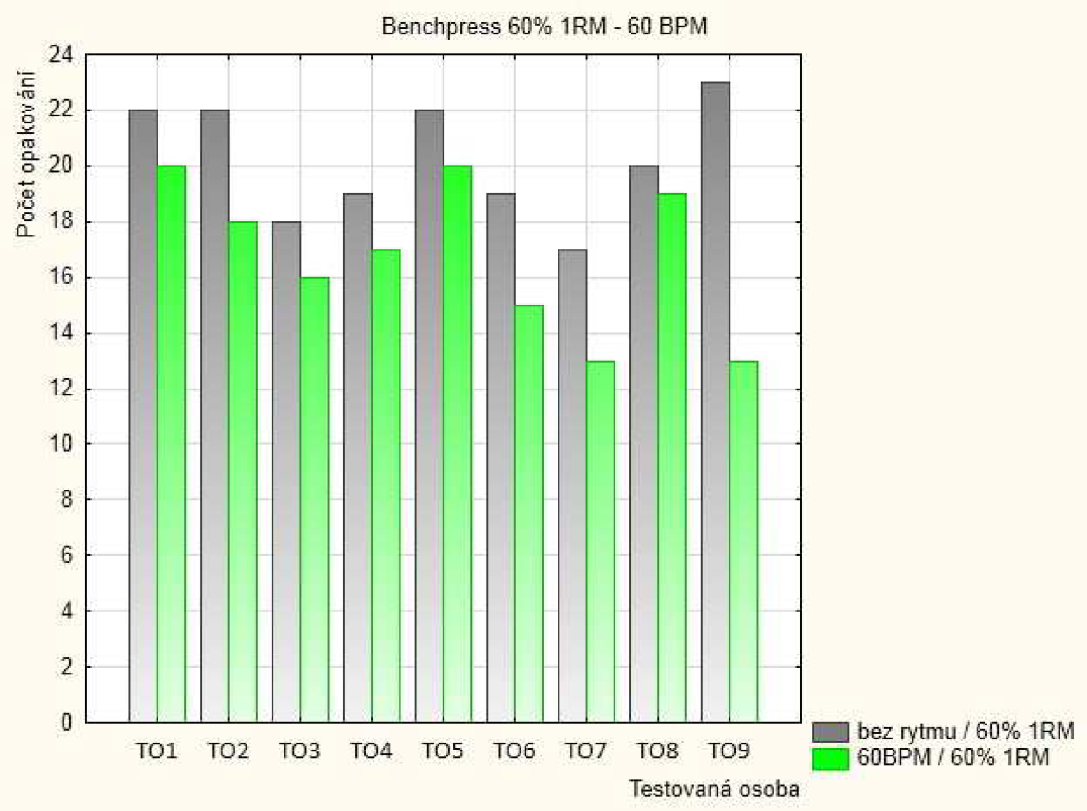
Podle tohoto testu lze říci, že pomalý rytmus cvičení (30 BPM) má negativní vliv na maximální počet opakování s 60% 1RM na benchpressu. Testované osoby vykonaly tímto tempem průměrně téměř ***o 40% méně opakování***, než bez předem určeného rytmu. Díky tomuto rozdílu je tento test statisticky významný (viz tabulka 9).

Tab. 9: Statistické porovnání dvou testů na benchpressu s odporem 60% 1RM, tempo 30 BPM

	Wilcoxonův párový test - benchpress Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
bez rytmu / 60% 1RM & 30BPM / 60% 1RM	9	0,00	2,665570	0,007686

60% 1RM - 60 BPM

Z výsledků testu s 60% 1RM na benchpressu tempem 60 úderů za minutu jsme zjistili, že všechny testované osoby vykonaly větší počet opakování bez určeného rytmu podobně jako v testu s rychlostí cvičení 30 BPM. V tomto testu se však výsledné hodnoty u cvičení s rytmem 60 BPM daleko více podobají hodnotám naměřeným bez určeného rytmu a rozdíl mezi těmito hodnotami je velmi malý (viz obr. 20). Tento výsledek přisuzuji především podobnosti přirozeného tempa a tempa 60 BPM, ale také možnosti měnit tempo během cvičení u přirozeného rytmu. Cvičenec díky svalové únavě přirozeně zpomalí, avšak pár opakování tímto pomalejším tempem ještě zvládne (náš test s rytmem 60 BPM neumožňuje vychýlení z rytmu) a tyto opakování způsobují rozdíl v našich naměřených hodnotách bez rytmu a s rytmem 60 BPM.



Obr. 20: Srovnání maximálního počtu opakování na benchpressu s odporem 60% 1RM bez rytmu a s rytmem 60 úderů za minutu

V testování s odporem 60% 1RM tempem 60 BPM dosáhla nejlepších výsledků testovaná osoba č. 1 a č. 5 s počtem 20 opakování. Nejnižší hodnota byla naměřena testovaným osobám č. 7 a č. 9 s počtem 13 opakování (viz tabulka 10).

Tab. 10: Výsledky testu na benchpressu s odporem 60% 1RM, tempo 60 BPM

TO	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**Průměr**	**Sm. odch.**
Počet opakování	20	18	16	17	20	15	13	19	13	16,8	2,57

Průběžné zhodnocení VO:

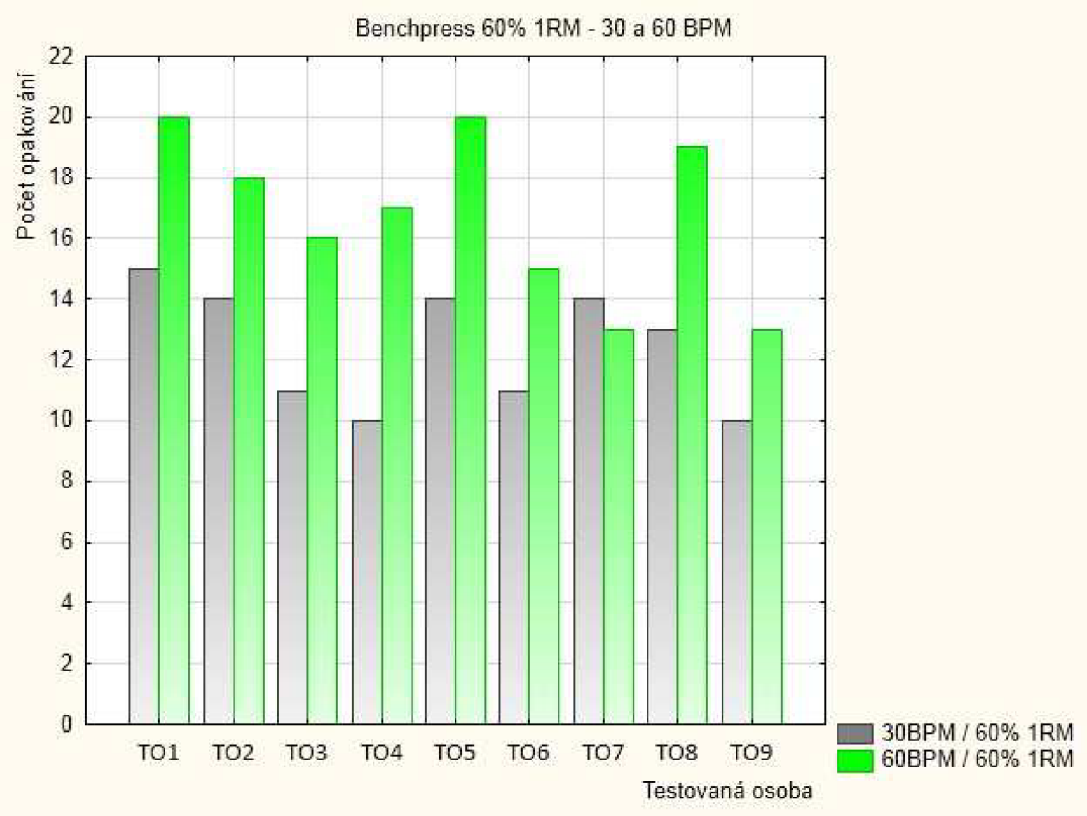
Tento test provedený tempem 60 BPM s odporem 60% 1RM na benchpressu má podobně jako test rychlostí cvičení 30 BPM negativní vliv na maximální počet opakování, i když rozdíly proti maximálnímu počtu opakování bez určeného tempa jsou malé. Testované osoby vykonaly tímto tempem průměrně ***o 17% méně***

opakování než u testu bez určeného tempa. Statistická významnost tohoto testu je vyjádřena v tabulce 11.

Tab. 11: Statistické porovnání dvou testů na benchpressu s odporem 60% 1RM, tempo 60 BPM

	Wilcoxonův párový test - benchpress Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
bez rytmu / 60% 1RM & 60BPM / 60% 1RM	9	0,00	2,665570	0,007686

60% 1RM - 30 a 60 BPM



Obr. 21: Srovnání maximálního počtu opakování na benchpressu s odporem 60% 1RM v rytmu 30 a 60 úderů za minutu

Z naměřených hodnot vyplývá, že většina cvičenců (kromě testované osoby č. 7) vykonala větší počet opakování v rychlejším rytmu cvičení 60 BPM (viz obr. 21). Tento výsledek je podle mého názoru daný celkovou dobou vykonávání cviku

(překonávání odporu) ať už se jedná o statický, či dynamický pohyb. Cvičení tempem 30 BPM by při stejném počtu opakování trvalo o dost déle, než cvičení v rytmu 60 BPM. Delší překonávání odporu a delší setrvávání ve statických polohách má za příčinu větší a rychlejší svalovou únavu, a proto testované osoby vykonaly pomalejším tempem méně opakování.

Průběžné zhodnocení VO:

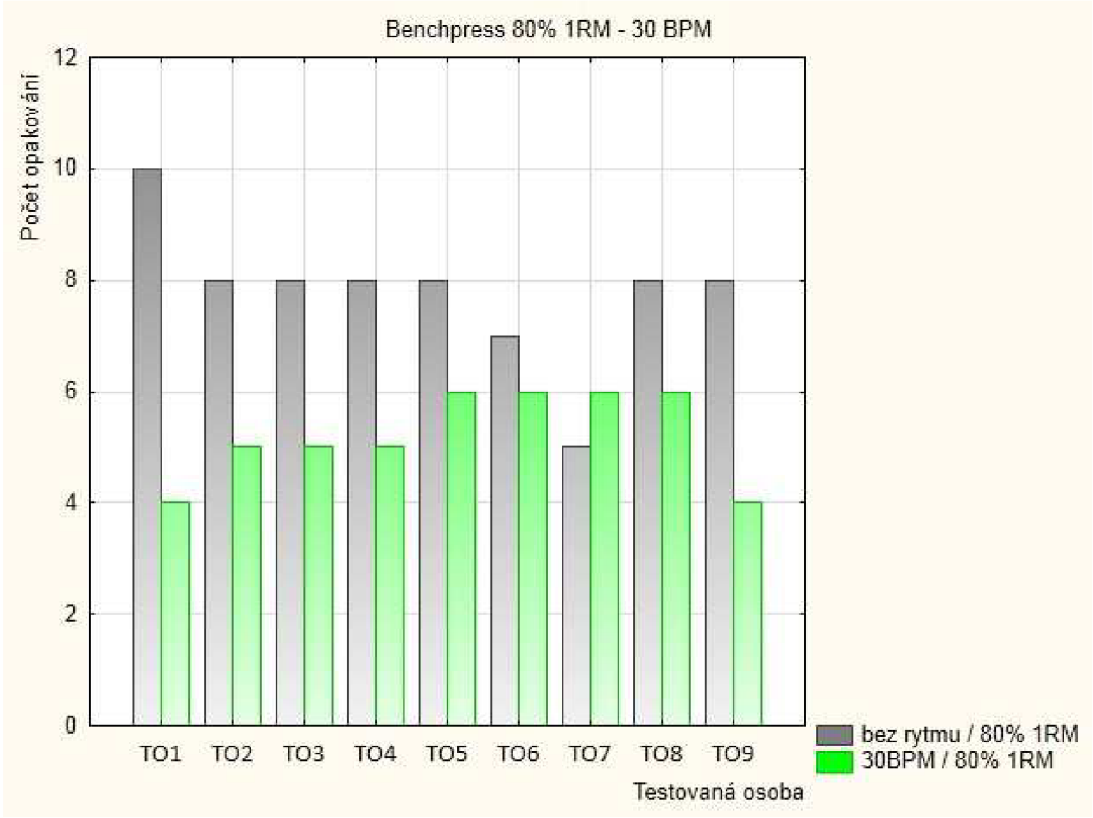
Podle výsledků měření cvičení na benchpressu s odporem 60% 1RM má cvičení v rytmu 60 BPM v porovnání s cvičením tempem 30 BPM pozitivní vliv na maximální počet opakování. V průměru vykonaly testované osoby tímto rychlejším tempem (60 BPM) zhruba ***o 4 opakování více, což znamená rozdíl celých 26%*** a to pro nás znamená statistickou významnost (viz tabulka 12).

Tab. 12: Statistická významnost porovnání testů na benchpressu s odporem 60% 1RM, tempo 30 a 60 BPM

	Wilcoxonův párový test - benchpress Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
30BPM / 60% 1RM & 60BPM / 60% 1RM	9	1,000000	2,547100	0,010863

80% 1RM - 30 BPM

U všech testů s odporem rovnajícím se 80% 1RM vykonaly cvičenci logicky méně opakování, než u testů s odporem 60% 1RM. Průměrný rozdíl mezi maximálním počtem opakování u obou odporů je asi ***12 opakování***, které pro nás znamenají, že cvičenci vykonaly s odporem 80% 1RM průměrně o ***61% méně opakování***. U tohoto konkrétního testu zvládly testované osoby v tempu 30 BPM zvednout činku stejně jako s menším odporem méněkrát, než tomu bylo se stejným odporem bez určeného rytmu (viz obr. 22). Tato skutečnost je dle mého úsudku nejspíše zapříčiněna stejně jako při testu s menším odporem dlouhou dobou překonávání odporu, delším setrváváním ve statických polohách a při této velikosti odporu také horší nervo-svalovou koordinací a vývojem jednotlivých aktivovaných svalů.



Obr. 22: Srovnání maximálního počtu opakování na benchpressu s odporem 80% 1RM bez rytmu a v rytmu 30 úderů za minutu

Nejlepšího výsledku dosáhly v tomto testu testované osoby č. 5, 6, 7 a 8 s maximálním počtem 6 opakování. Naopak nejnižší výsledek byl naměřen testovaným osobám č. 1 a 9 s počtem 4 opakování (viz tabulka 13).

Tab. 13: Výsledky testu na benchpressu s odporem 80% 1RM, tempo 30 BPM

TO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Průměr	Sm. odch.
Počet opakování	4	5	5	5	6	6	6	6	4	5,2	0,79

Průběžné zhodnocení VO:

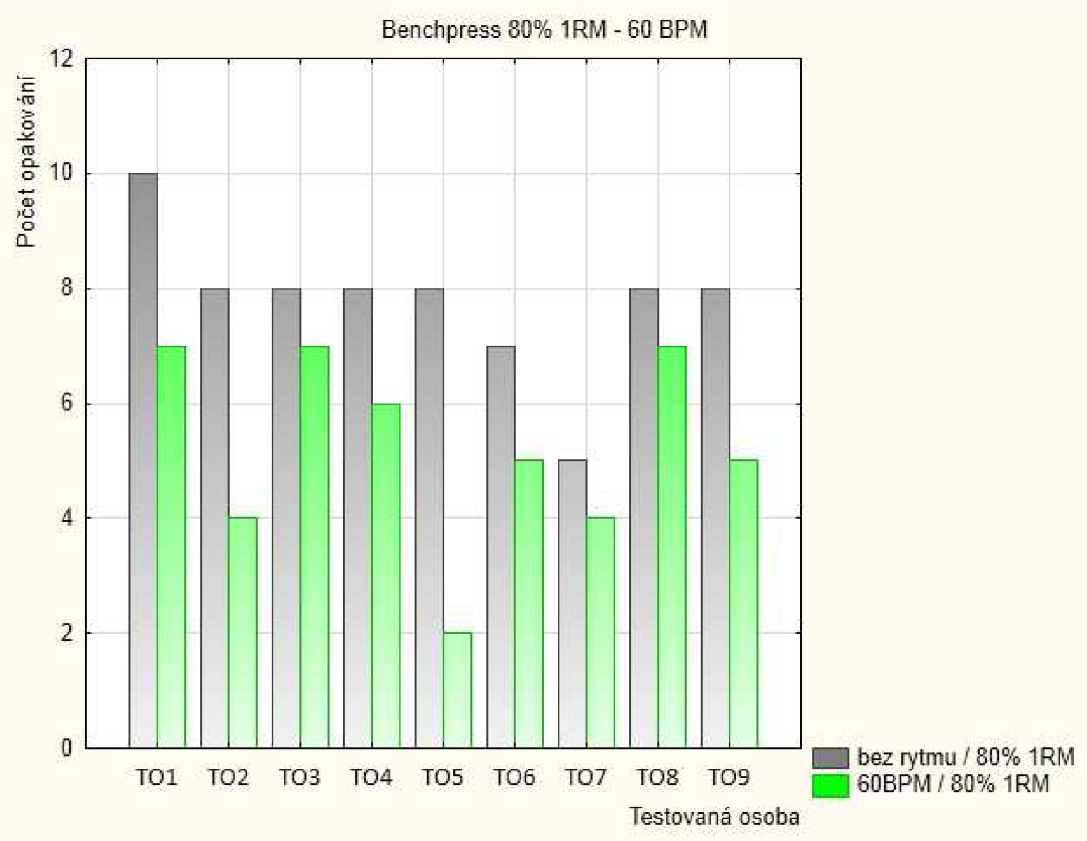
Cvičení na benchpressu s 80% 1RM v rytmu 30 BPM má ve srovnání se cvičením se stejným odporem bez určeného tempa negativní vliv na maximální počet opakování. Testované osoby vykonaly tímto tempem v průměru ***o 2-3 opakování méně, tedy o 33%***. Tímto rozdílem je test statisticky významný (viz tabulka 14).

Tab. 14: Statistická významnost testu na benchpressu s odporem 80% 1RM, tempo 30 BPM

	Wilcoxonův párový test - benchpress Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
bez rytmu / 80% 1RM & 30BPM / 80% 1RM	9	1,500000	2,487865	0,012852

80% 1RM - 60 BPM

Naměřené hodnoty v tomto testu vypovídají o tom, že testované osoby byly schopny vykonat tempem 60 BPM méně opakování, než se stejným odporem bez určeného rytmu (viz obr. 23). Důvodem by mohlo být to, že se tento odpor blíží daleko více 1RM a produkce takové síly již nejde zároveň spojit s takovou rychlostí opakování nebo tuto rychlost udržet po dobu vykonání více opakování.



Obr. 23: Srovnání maximálního počtu opakování na benchpressu s odporem 80% 1RM bez rytmu a s rytmem 60 úderů za minutu

V tomto testu vykonaly nejvíce opakování na benchpressu s odporem 80% 1RM v rytmu 60 úderů za minutu testované osoby č. 1, 3 a 8 (viz tabulka 15). Naopak nejméně opakování bylo za stejných podmínek zaznamenáno u testované osoby č. 5.

Tab. 15: Výsledky testu na benchpressu s odporem 80% 1RM, tempo 60 BPM

TO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Průměr	Sm. odch.
Počet opakování	7	4	7	6	2	5	4	7	5	5,2	1,62

Průběžné zhodnocení VO:

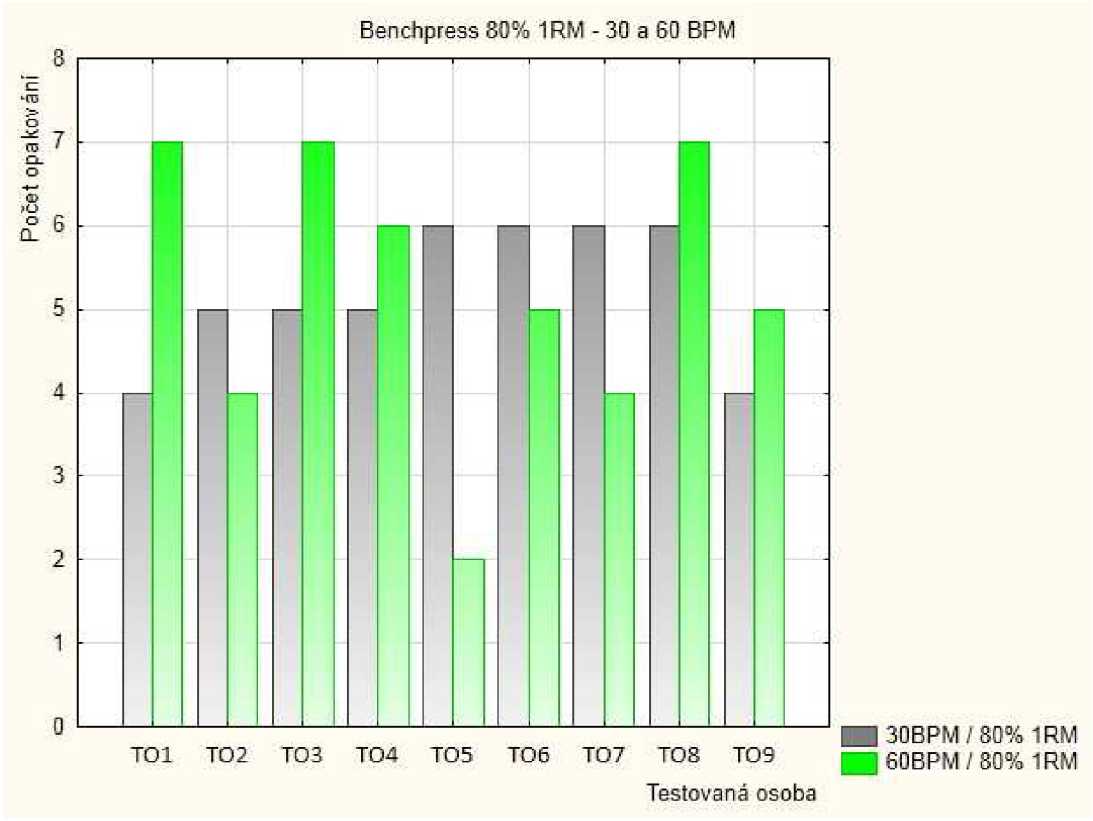
Tento test s 80% 1RM na benchpressu v rytmu 60 BPM má v porovnání se stejným testem bez určeného rytmu negativní vliv na maximální počet opakování. Cvičenci v tomto testu zvládli vykonat stejně jako v testu v rytmu 30 BPM v průměru ***o 2-3 opakování méně, tedy o 33%.*** Statistická významnost tohoto testu je vyobrazena v tabulce 16.

Tab. 16: Statistické porovnání dvou testů na benchpressu s odporem 80% 1RM, tempo 60 BPM

	Wilcoxonův párový test - benchpress Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
bez rytmu / 80% 1RM & 60BPM / 80% 1RM	9	0,00	2,665570	0,007686

80% 1RM - 30 a 60 BPM

Při porovnávání těchto dvou testů jsme došli k několika zajímavostem. Testované osoby č. 1, 3, 4, 8 a 9 vykonaly větší počet opakování s 80% 1RM na benchpressu při tempu 60 BPM, testované osoby č. 2, 5, 6 a 7 vykonaly naopak více opakování se stejným odporem v rytmu 30 BPM (viz obr. 24). Tento výsledek by mohl být způsoben svalovými dispozicemi testovaných osob. Cvičenci, kteří dokázali vyprodukovat lepší výkon při testu s tempem 60 BPM, měli prokazatelně silnější aktivované svaly (vyšší 1RM), potřebné k vykonávání tohoto cviku a tím i lepší koordinaci, rychlost a jistotu v pohybu.



Obr. 24: Srovnání maximálního počtu opakování na benchpressu s odporem 80% 1RM v rytmu 30 a 60 úderů za minutu

Průběžné zhodnocení VO:

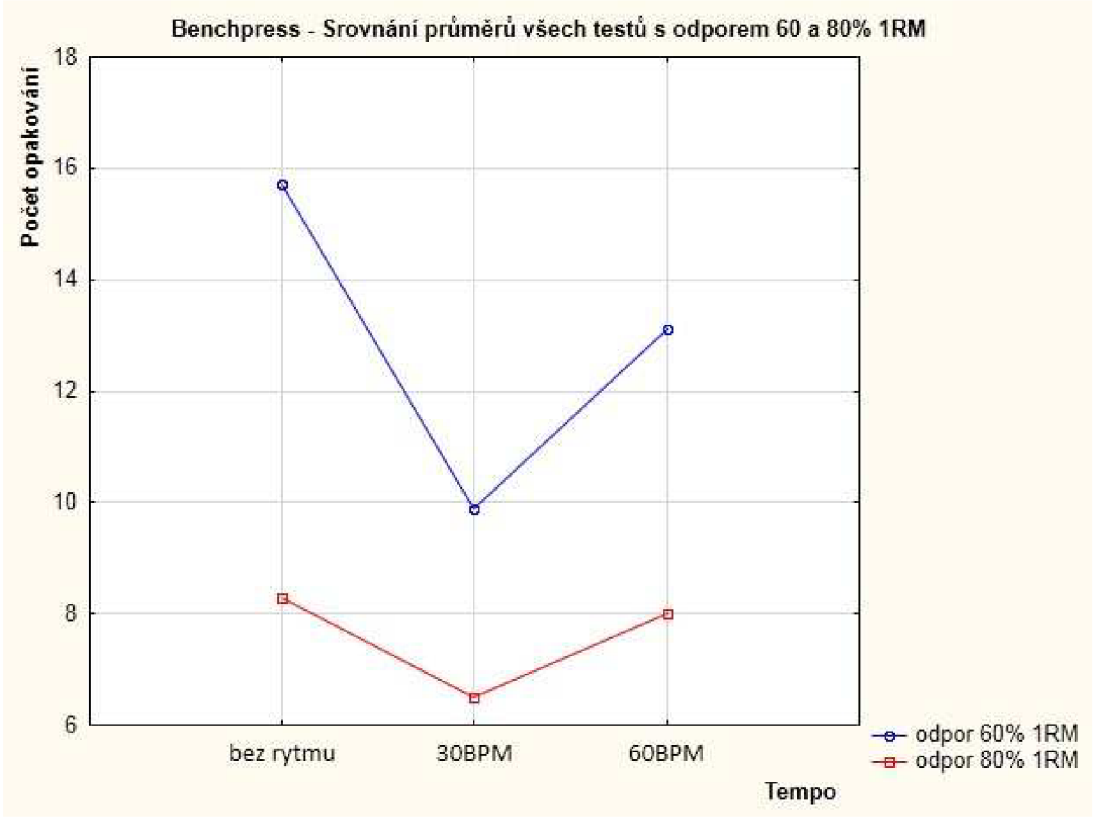
Na základě analýzy těchto dvou realizovaných testů jsme zjistili, že má 5 cvičenců vyšší počet opakování s odporem 80% 1RM při rychlosti cvičení 60 BPM a 4 testované osoby mají lepší výkon v tempu 30 BPM. ***U obou testů je průměrný počet opakování s odporem 80% 1RM stejný (5,2)***, což znamená, že je srovnání těchto dvou testů statisticky nevýznamné (viz tabulka 17).

Tab. 17: Statistická významnost porovnání testů na benchpressu s odporem 80% 1RM, tempo 30 a 60 BPM

	Wilcoxonův párový test - benchpress Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
30BPM / 80% 1RM & 60BPM / 80% 1RM	9	21,50000	0,118470	0,905696

Z níže uvedeného grafu (viz obr. 25) vyplývá, že s rostoucí rychlostí cvičení daným tempem stoupá celkový počet opakování. S větším odporem (80% 1RM) tento nárůst počtu opakování mezi aplikovanými tempy výrazně klesá.

Pro přehled výkonnosti ve všech testech na benchpressu u obou použitých odporů (60 a 80% 1RM) jsme uvedli jejich grafické znázornění (viz obr. 25).



Obr. 25: Průměry všech testů na benchpressu u obou použitých odporů (60 a 80% 1RM)

Předkopávání

U testů na stroji určeném pro předkopávání jsme stejně jako u testů na benchpressu aplikovali dvě různá zatížení, které se rovnají 60 a 80% 1RM a dvě tempa (rychlosti) cvičení 30 a 60 BPM (beats per minute). Pro porovnání testů a zjištění výsledků jsme také museli změřit maximální počet opakování se stejným odporem, ale bez předem určeného tempa (viz tabulka 18). V průběhu těchto měření prováděly testované osoby opakování v přirozeném rytmu.

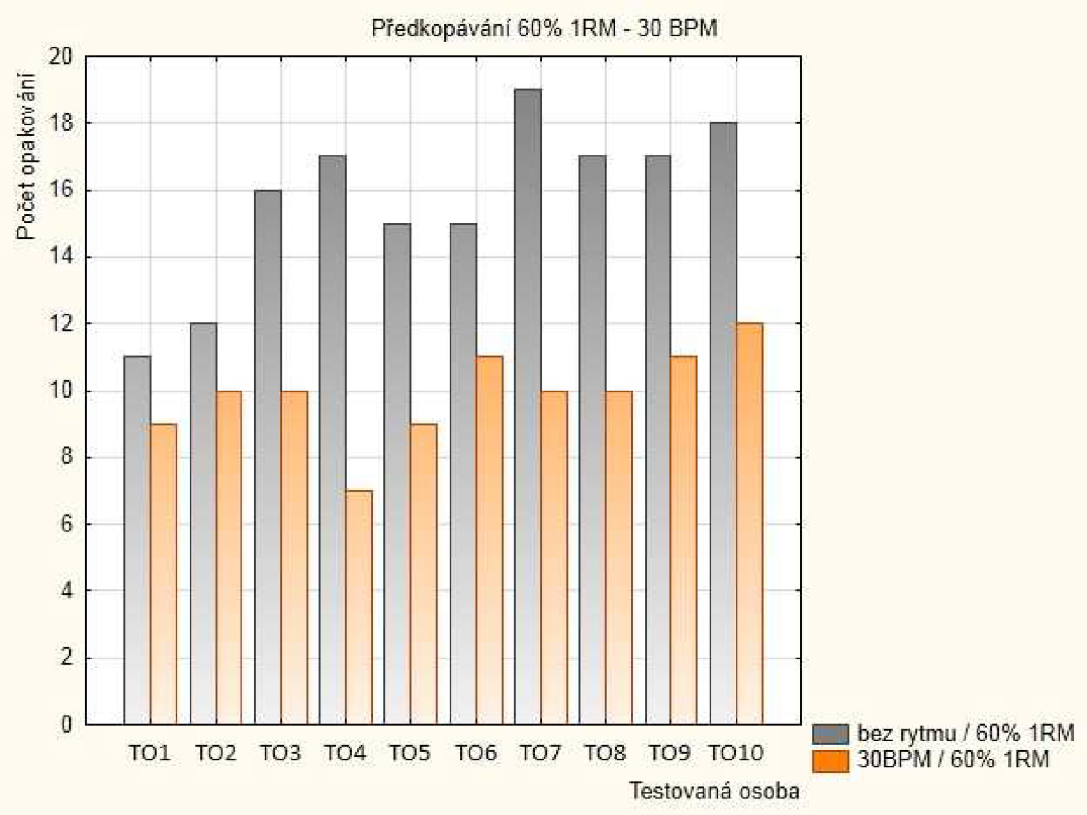
Tab. 18: Předkopávání - výsledky maximálního počtu opakování s odporem 60 a 80% 1RM bez určeného rytmu.

	Počet opakování		1RM (kg)
	60% 1RM	80% 1RM	
TO1	11	7	70
TO2	12	7	80
TO3	16	8	75
TO4	17	10	70
TO5	15	10	70
TO6	15	7	65
TO7	19	8	60
TO8	17	8	75
TO9	17	7	90
TO10	18	11	80
Průměr	15,7	8,3	73,5
Sm. odch.	2,41	1,41	-

V testu maximálního počtu opakování s odporem 60% 1RM přirozenou rychlostí dosáhla nejlepšího výsledku testovaná osoba č. 7 s počtem 19 opakování, naopak nejmenší počet opakování byl zaznamenán u testované osoby č. 1 s počtem 11 opakování. V průběhu testování maximálního počtu opakování s odporem 80% 1RM bez určeného tempa byla nejvyšší hodnota naměřena testované osobě č. 10, která při testu vykonala 11 opakování. Nejmenší hodnota při tomto testu s odporem 80% 1RM byla 7 opakování a naměřili jsme ji testovaným osobám č. 1, 2, 6 a 9.

Průměrnou hodnotou bylo při testu s odporem 60% 1RM 15,7 opakování a při testu s odporem 80% 1RM to bylo 8,3 opakování.

60% 1RM - 30 BPM



Obr. 26: Srovnání maximálního počtu opakování na předkopávání s odporem 60% 1RM v rytmu 30 úderů za minutu

Z analýzy tohoto testu s odporem 60% 1RM v tempu 30 BPM (viz obr. 26) jsme vyhodnotili, že všechny testované osoby provedly v tomto rytmu méně opakování, než při testu se stejným odporem přirozenou rychlostí. Tento efekt může být způsoben tím, že při tomto pomalém tempu nedochází k takové produkci elastické energie, jako tomu je při cvičení v rychlejším rytmu (např. 60 BPM), ale také tím, že náš test nedovoluje vybočit z rytmu a dokončit tak ještě několik opakování přirozeným tempem.

Nejlepších výsledků v tomto testu s odporem 60% 1RM v tempu 30 BPM dosáhla testovaná osoba č. 10 s počtem 12 opakování, nejmenší počet opakování (7 opakování) byl naopak naměřen testované osobě č. 4. V průměru vykonaly testované osoby v tomto testu zhruba 10 opakování (viz tabulka 19).

Tab. 19: Výsledky testu předkopávání s odporem 60% 1RM, tempo 30 BPM

TO	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Průměr**	**Sm. odch.**
Počet opakování	9	10	10	7	9	11	10	10	11	12	9,9	1,3

Průběžné zhodnocení VO:

Z analýzy testů s odporem 60% 1RM přirozeným tempem a v tempu 30 BPM jsme zjistili, že cvičení v rytmu 30 BPM má negativní vliv na maximální počet opakování s tímto odporem. Z našich měření vyplývá, že testované osoby vykonaly v tomto rytmu ***o 37% méně opakování (5-6 opak.)***, než se stejným odporem v přirozeném rytmu cvičení. Statistická významnost tohoto srovnání je vyjádřena v tabulce 20.

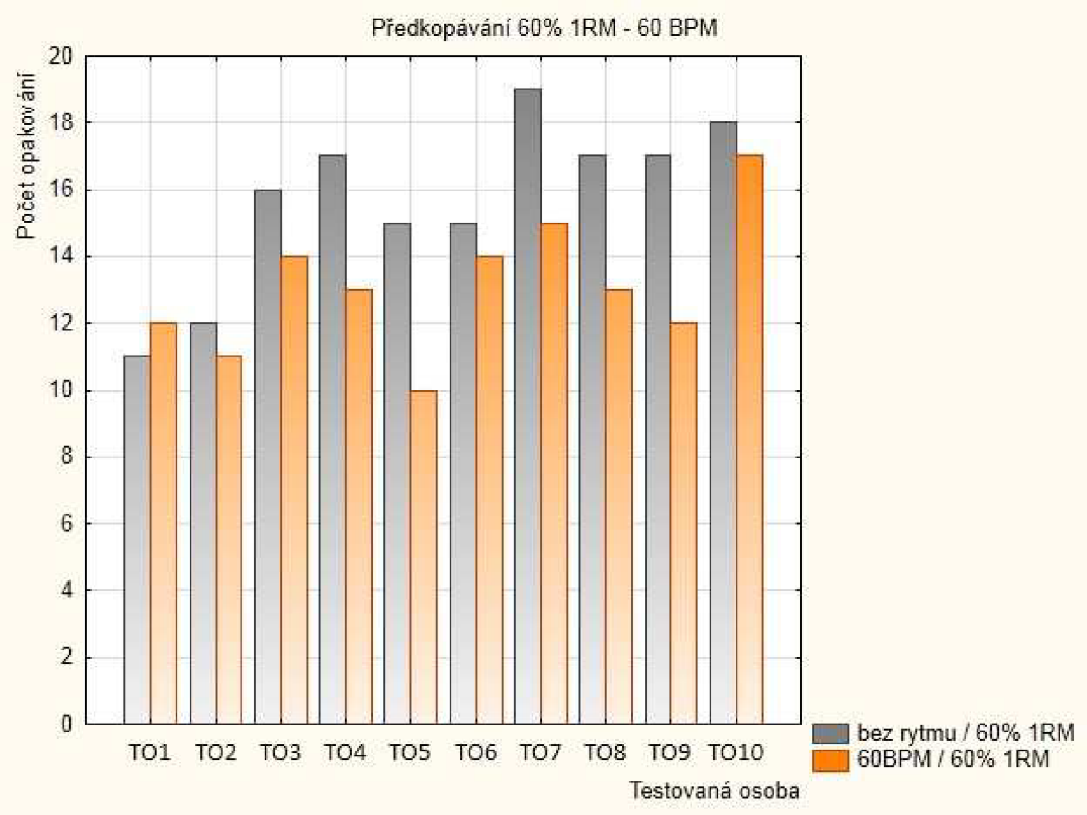
Tab. 20: Statistické porovnání dvou testů předkopávání s odporem 60% 1RM, tempo 30 BPM

	Wilcoxonův párový test - předkopávání Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
bez rytmu / 60% 1RM & 30BPM / 60% 1RM	10	0,00	2,803060	0,005062

60% 1RM - 60 BPM

Z analýzy tohoto testu jsme zjistili, že při cvičení s odporem 60% 1RM v tempu 60 BPM většinou vykonaly testované osoby méně opakování, než u testu maximálního počtu opakování se stejným odporem bez určeného rytmu (viz obr. 27). Výjimkou je testovaná osoba č. 1, která tímto tempem (60 BPM) vykonala o 1 opakování více, než v testu se stejným odporem v přirozeném rytmu. V testu maximálního počtu opakování s odporem 60% 1RM přirozenou rychlostí cvičení většinou cvičenci zvolili tempo, které se rytmu 60 BPM velice blížilo, a proto se

výsledky liší mnohdy jen o jediné opakování. Při tomto tempu mohou svaly využívat elastické energie a unavují se později, než při pomalém rytmu.



Obr. 27: Srovnání maximálního počtu opakování na předkopávání s odporem 60% 1RM v rytmu 60 úderů za minutu

V průběhu testování dosáhla nejvyšší hodnoty testovaná osoba č. 10, stejně jako při testu se stejným odporem v tempu 30 BPM, s počtem 17 opakování. Nejnižší počet opakování byl zaznamenán u testované osoby č. 5 (10 opakování). Průměrně v tomto testu cvičenci vykonaly asi 13 opakování (viz tabulka 21).

Tab. 21: Výsledky testu předkopávání s odporem 60% 1RM, tempo 60 BPM

TO	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Průměr**	**Sm. odch.**
Počet opakování	12	11	14	13	10	14	15	13	12	17	13,1	1,92

Průběžné zhodnocení VO:

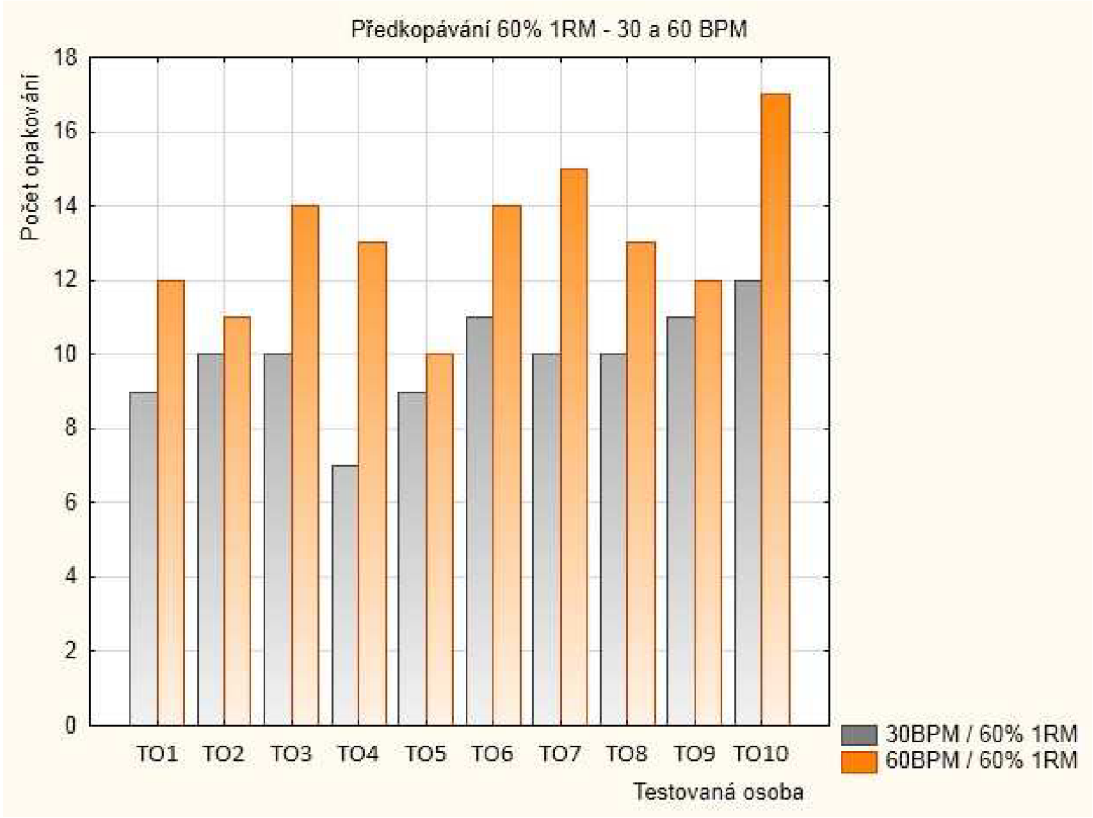
Po podrobné analýze výsledků testování předkopávání s odporem 60% 1RM v tempu 60 BPM a následném porovnání se stejným testem v přirozeném tempu jsme došli k závěru, že má cvičení tímto tempem negativní vliv na maximální počet opakování s odporem 60% 1RM. Analýza testu potvrzuje jeho statistickou významnost (viz tabulka 22) a také to, že cvičenci vykonaly v tomto rytmu (60 BPM) průměrně ***o 17% (2-3 opak.) méně opakování***, než při cvičení přirozenou rychlostí se stejným odporem.

Tab. 22: Statistická významnost testu předkopávání s odporem 60% 1RM, tempo 60 BPM

	Wilcoxonův párový test - předkopávání Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
bez rytmu / 60% 1RM & 60BPM / 60% 1RM	10	2,500000	2,548236	0,010827

60% 1RM - 30 a 60 BPM

Z porovnání testů maximálního počtu opakování s odporem 60% 1RM v tempu 30 BPM a 60 BPM (viz obr. 28) je zřejmé, že testované osoby vykonaly ve všech případech více opakování v rychlejším tempu (60 BPM). Určitým faktorem, který má v tomto srovnávání důležitou roli je únava. Při pomalejším vykonávání cviku v tempu 30 BPM by působil na svaly testovaných osob odpor při stejném počtu opakování déle, než při cvičení v rytmu 60 BPM. Čím déle svaly vykonávají práci (čím více opakování), tím více se unaví. Výsledné hodnoty se v těchto dvou testech liší až o 5 opakování.



Obr. 28: Srovnání maximálního počtu opakování na předkopávání s odporem 60% 1RM v rytmu 30 a 60 úderů za minutu

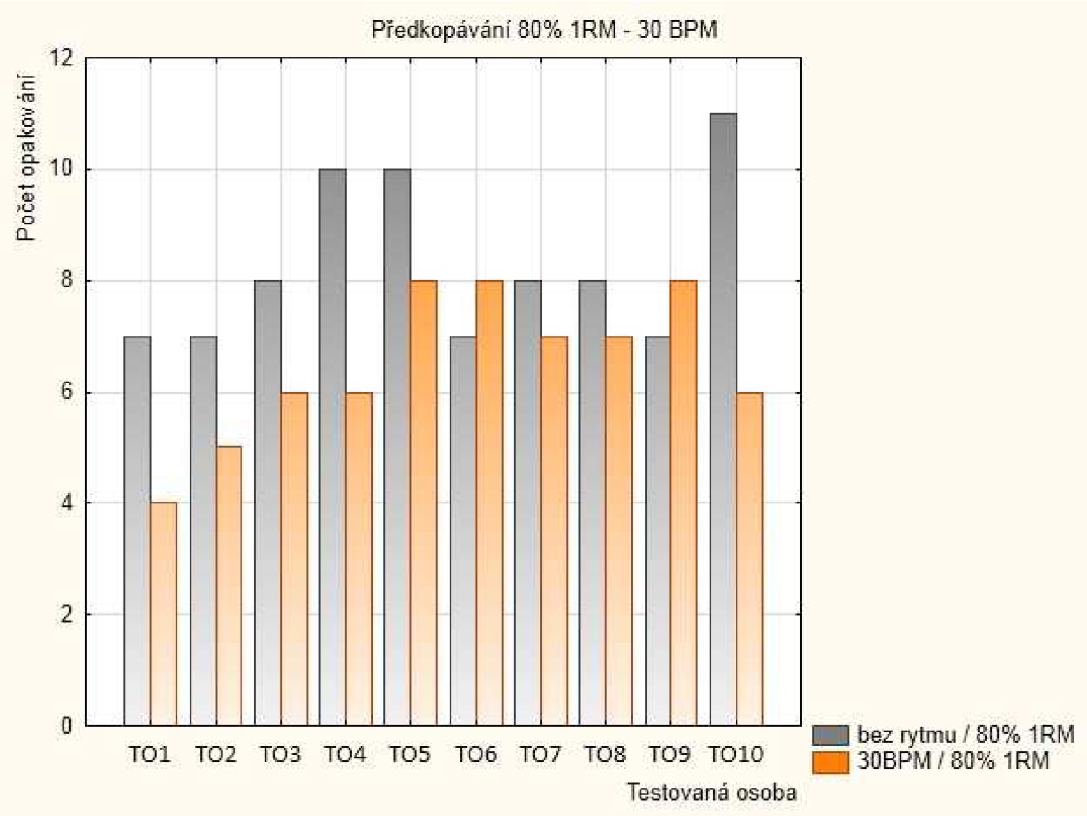
Průběžné zhodnocení VO:

Vzhledem k naměřeným hodnotám a celkové analýze obou testů s odporem 60% 1RM v tempu 30 a 60 BPM jsme zjistili, že je test v rytmu 60 BPM k maximálnímu počtu opakování s odporem 60% 1RM vhodnější, než test v rytmu 30 BPM. Cvičenci dokázali vykonat v tempu 60 BPM v průměru ***o 24% (asi 3 opak.) více opakování***, než v tempu 30 BMP, a proto je toto srovnání podle Wilcoxonova párového testu statisticky významné (viz tabulka 23).

Tab. 23: Statistická významnost porovnání testů předkopávání s odporem 60% 1RM, tempo 30 a 60 BPM

	Wilcoxonův párový test - předkopávání Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
30BPM / 60% 1RM & 60BPM / 60% 1RM	10	0,00	2,803060	0,005062

80% 1RM - 30 BPM



Obr. 29: Srovnání maximálního počtu opakování na předkopávání s odporem 80% 1RM v rytmu 30 úderů za minutu

V porovnání maximálního počtu opakování přirozenou rychlostí cvičení vykonaly cvičenci s odporem 80% 1RM průměrně ***o 47% (7-8 opak.) méně opakování než s odporem 60% 1RM***. Z analýzy tohoto konkrétního testu jsme zjistili, že většina (8 z 10-ti) testovaných osob vykonala více opakování bez určeného tempa. Výjimkou jsou testované osoby č. 6 a 9. Oba tito cvičenci v tomto testování překonali hodnotu z testu bez určeného rytmu o 1 opakování (viz obr. 29). Při takto pomalém tempu (30 BPM) opět nelze využít tak účinně elastické energie, což může být jednou z příčin menšího počtu opakování v testu s odporem 80% 1RM v tempu 30 BPM.

V testu s odporem 80% 1RM v rytmu cvičení 30 BPM byla naměřena nejvyšší hodnota 8 opakování. Tohoto počtu opakování dosáhly testované osoby č.

5, 6 a 9. Naopak nejmenšího počtu opakování dosáhla testovaná osoba č. 1 s počtem 4 opakování. Průměr maximálního počtu dosažených opakování všech testovaných osob činí 6,5 (viz tabulka 24).

Tab. 24: Výsledky testu předkopávání s odporem 80% 1RM, tempo 30 BPM

TO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměr	Sm. odch.
Počet opakování	4	5	6	6	8	8	7	7	8	6	6,5	1,28

Průběžné zhodnocení VO:

Z podrobné analýzy testů předkopávání s odporem 80% 1RM přirozenou rychlostí cvičení a rychlostí cvičení 30 BPM je jisté, že má cvičení s odporem 80% 1RM v rytmu 30 BPM ve srovnání se cvičením přirozeným tempem negativní vliv na maximální počet opakování. Cvičenci dosáhli tímto tempem průměrně ***o 22% (2 opak.) méně opakování***, než při testu se stejným odporem bez určeného rytmu. Statistická významnost testu je zobrazena v tabulce 25.

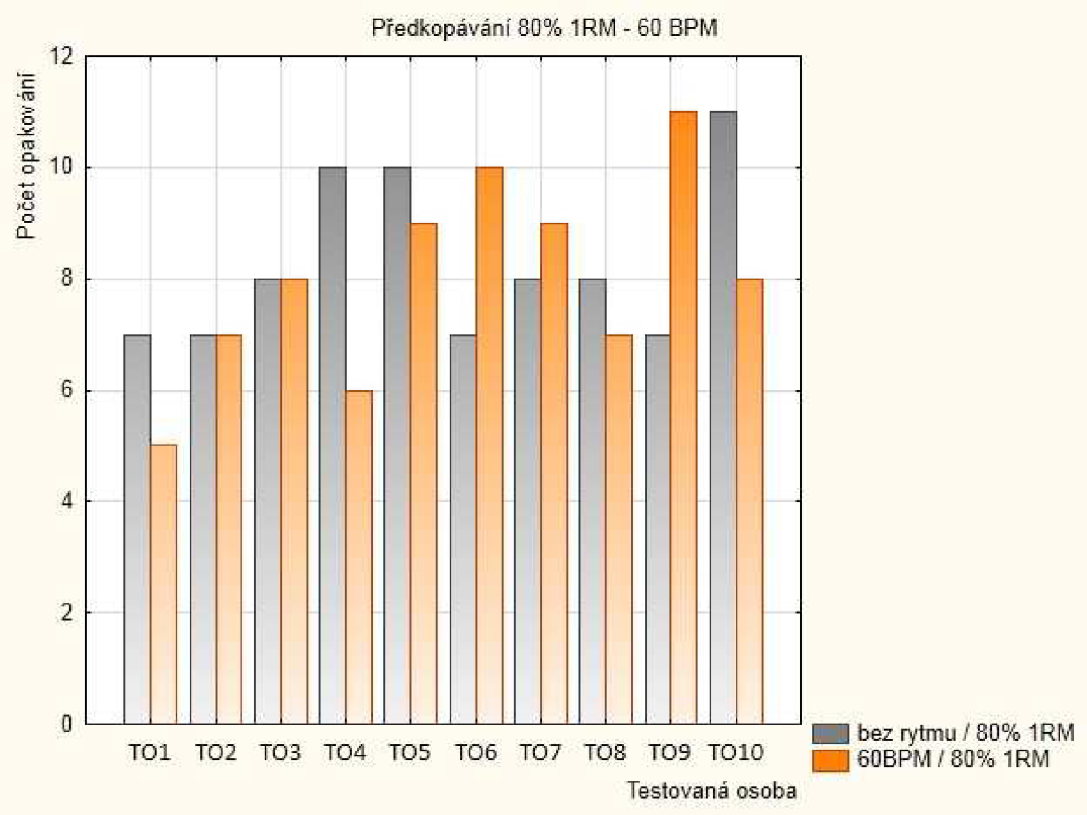
Tab. 25: Statistické porovnání dvou testů předkopávání s odporem 80% 1RM, tempo 30 BPM

	Wilcoxonův párový test - předkopávání Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
bez rytmu / 80% 1RM & 30BPM / 80% 1RM	10	5,000000	2,293412	0,021825

80% 1RM - 60 BPM

Ve výsledných hodnotách testu předkopávání s odporem 80% 1RM v tempu 60 BPM jsou mezi jednotlivými testovanými osobami značné rozdíly (viz obr. 30). Z naměřených hodnot je patrné, že 5 cvičenců (TO1, TO4, TO5, TO8 a TO10) dosáhlo v testu s odporem 80% 1RM v rytmu 60 BPM nižšího počtu opakování, než v testu se stejným odporem bez určeného tempa. Naopak testované osoby č. 6, 7 a 9 dosáhly v tomto testu vyššího počtu opakování, než v testu s odporem 80% 1RM bez určeného rytmu. Testované osoby č. 2 a 3 dosáhly stejného počtu opakování v obou testech. Dle mého názoru zde hraje roli více faktorů ovlivňujících výkon

jednotlivých testovaných osob. V prvé řadě jde o svalové dispozice každého jedince, dále o trénovanost a celkový návyk na silový trénink dolních končetin.



Obr. 30: Srovnání maximálního počtu opakování na předkopávání s odporem 80% 1RM v rytmu 60 úderů za minutu

V testu předkopávání s odporem 80% 1RM v tempu 60 BPM dosáhla nejlepšího výsledku testovaná osoba č. 9 s počtem 11 opakování. Nejméně opakování bylo naměřeno testované osobě č. 1 (5 opakování). Průměrně vykonaly v tomto testu všechny osoby 8 opakování (viz tabulka 26).

Tab. 26: Výsledky testu předkopávání s odporem 80% 1RM, tempo 60 BPM

TO	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Průměr**	**Sm. odch.**
Počet opakování	5	7	8	6	9	10	9	7	11	8	8	1,73

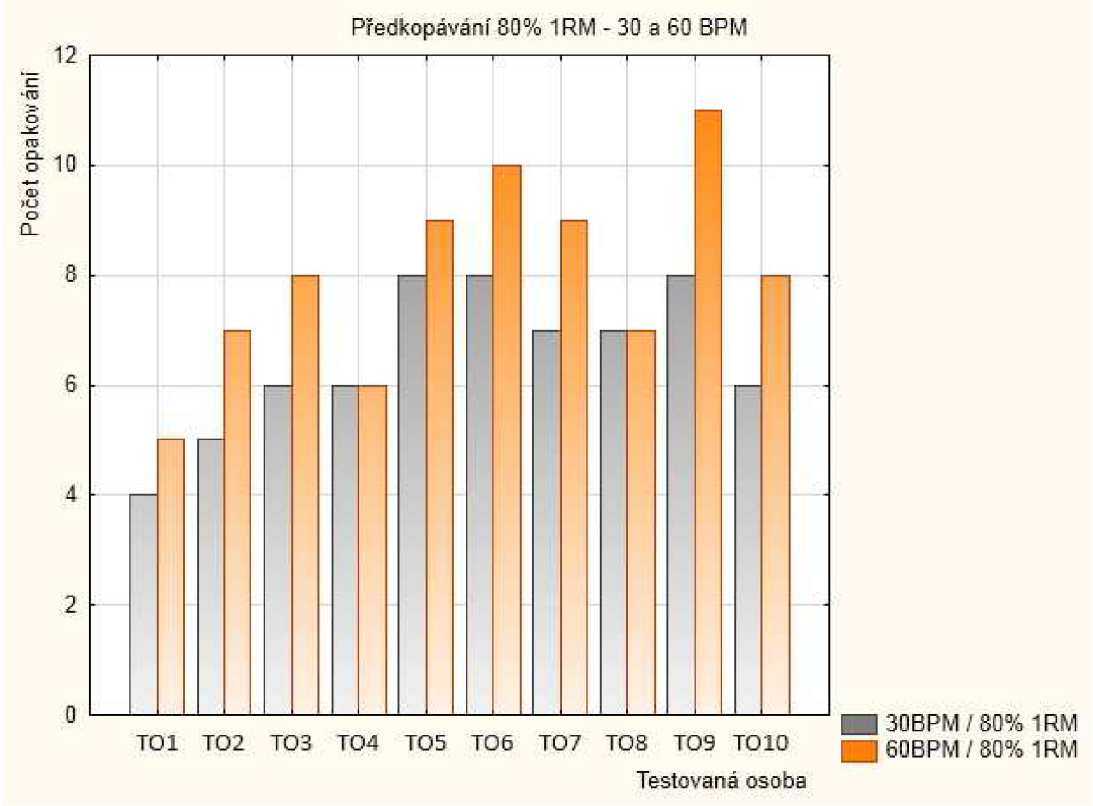
Průběžné zhodnocení VO:

Z analyzovaných dat získaných z testů předkopávání s odporem 80% 1RM v rytmu cvičení 60 BPM a v přirozeném rytmu cvičení jsme zjistili, že rozdíl průměrných hodnot (8 a 8,3 opak.) je ještě menší, než při porovnávání stejných testů na benchpressu. Tento rozdíl činí pouze 4% (0,3 opakování), a proto pro nás není srovnání těchto testů statisticky významné (viz tabulka 27).

Tab. 27: Statistické porovnání dvou testů předkopávání s odporem 80% 1RM, tempo 60 BPM

	Wilcoxonův párový test - předkopávání Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
bez rytmu / 80% 1RM & 60BPM / 80% 1RM	8	15,00000	0,420084	0,674424

80% 1RM - 30 a 60 BPM



Obr. 31: Srovnání maximálního počtu opakování na předkopávání s odporem 80% 1RM v rytmu 30 a 60 úderů za minutu

V porovnání testů s odporem 80% 1RM v tempu 30 a 60 BPM je zřejmé, že na rozdíl od stejného porovnávání testů na benchpressu bude srovnání testů na předkopávání statisticky významné (viz tabulka 29). Většina testovaných osob dosáhla většího počtu opakování v testu s tempem 60 BPM až na testované osoby č. 4 a 8 (viz obr. 31).

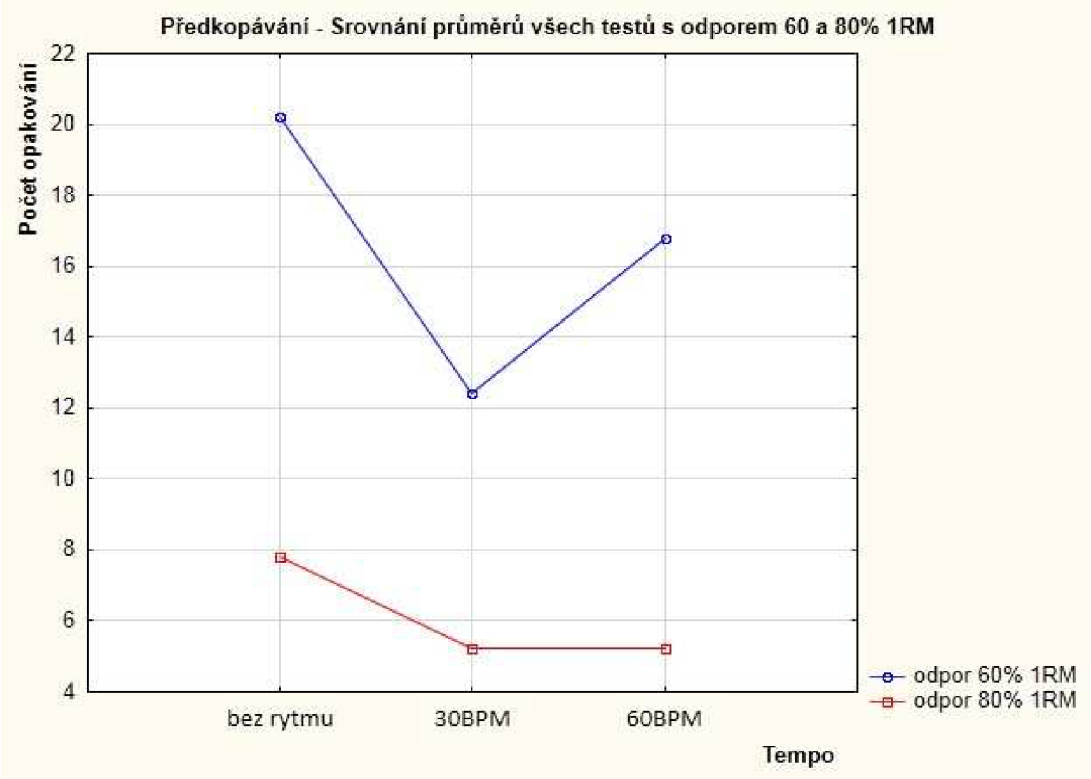
Průběžné zhodnocení VO:

Na základě analýzy těchto dvou realizovaných testů jsme zjistili, že má většina cvičenců vyšší počet opakování s odporem 80% 1RM při rychlosti cvičení 60. ***Rozdíl průměrů maximálního počtu opakování u obou rychlostí cvičení (30 a 60 BPM) činí 19% (1-2 opakování).*** Statistická významnost porovnání těchto dvou testů je znázorněna v tabulce 28.

Tab. 28: Statistická významnost porovnání testů na benchpressu s 80%, tempo 30 a 60 BPM

	Wilcoxonův párový test - předkopávání Označené testy jsou významné na hladině p <,05000			
Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p-hodn.
30BPM / 80% 1RM & 60BPM / 80% 1RM	8	0,00	2,520504	0,011719

Pro přehled výkonnosti ve všech testech na předkopávání u obou použitých odporů (60 a 80% 1RM) jsme uvedli jejich grafické znázornění (viz obr. 32)



Obr. 32: Průměry všech testů na předkopávání u obou použitých odporů (60 a 80% 1RM)

Z výše uvedeného grafu (viz obr. 32) je zřejmé, že s rostoucí rychlostí cvičení určeným tempem stoupá celkový počet opakování. S větším odporem (80% 1RM) tento nárůst počtu opakování mezi aplikovanými tempy výrazně klesá.

5. ZÁVĚRY PRÁCE

5.1 Závěry pro teorii

V našem měření jsme se snažili dokázat závislost počtu opakování na rychlosti cvičení u vybraných cviků silového charakteru. V této kapitole si shrneme nejpodstatnější skutečnosti z naší práce.

V prvé řadě jsme chtěli zjistit, jestli bude mít změna rytmu (rychlosti) cvičení s konstantním odporem a udržení této rychlosti vliv na maximální počet opakování. Tímto problémem se zabýváme v naší vědecké otázce (VO1). Analýzou všech našich měření jsme zjistili, že každá změna rytmu (rychlosti) cvičení, kterou jsme v našem měření aplikovali, měla v převážné většině ***negativní vliv na maximální počet opakování***. V některých testech se však objevily výjimky, které toto tvrzení vyvracejí (např. v testu předkopávání s odporem 80% 1RM měly testované osoby č. 2 a 3 stejné výsledky jako v testu se stejným odporem přirozeným tempem a testované osoby č. 6, 7 a 9 měly v rytmu cvičení 60 BPM výsledek dokonce lepší). Těchto výjimek však bylo v našich testech velmi málo a na statistickou významnost daného testu měly vliv jen výjimečně.

Dále jsme porovnávali testy prováděné různým rytmem cvičení se stejným odporem (pro naše testování jsme zvolili odpory velikost 60 a 80% 1RM). V této práci jsme také analyzovali závislosti mezi těmito testy a pokoušeli se odůvodnit naměřené výsledky. Na konci každé kategorie testů (benchpress, předkopávání) jsme v grafu znázornili průměrné výkony testů s oběma použitými odpory.

Pro určení správného zatížení pro každou testovanou osobu, jsme také zjišťovali jedno opakovatelné maximum (1RM). K tomuto účelu jsme použili software KalkFit, který byl pro tyto účely vyvinut pracovníky Fakulty sportovních studií v Brně.

V aplikovaných testech měly vliv na maximální počet opakování různé faktory, jako jsou např. únava, doba trvání série, elastická energie, svalová dispozice cvičenců, úroveň zvládnutí techniky daného cviku, apod.

Hlavní cíle a úkoly práce byly splněny.

5.2 Závěry pro praxi

Naše měření mělo pomoci především trenérům, dále by poznatky z této práce měli posloužit také například závodníkům v silovém trojboji a podobným sportovcům, kde je maximální počet opakování a rychlost cvičení důležitým faktorem, vedoucím k dobrému výsledku. V této práci jsme zkoumali kromě počtu opakování také velikost odporu, rychlost (rytmus) cvičení. Zjistili jsme, že se se změnou rytmu (rychlosti) cvičení mění i maximální počty opakování a nejsou si rovny. I průběhy testování s různými odpory různými rychlostmi cvičení se u jednotlivých testů, ale také u konkrétních testovaných osob lišily, a proto je nutné brát tyto skutečnosti v potaz.

Určování tempa pomocí softwarového metronomu se nám osvědčilo a ukázalo se, že je tato varianta přesná, spolehlivá, levná a dokáže plně nahradit skutečný metronom.

Tato práce by měla být zároveň odpovědí na otázku mnoha začátečníků, kteří jsou nováčky např. ve fitness posilování: „Jak rychle cvičit?“

SEZNAM LITERATURY:

1) Baughman, M. (1984). *Sprint training*. NSCA Journal, 66 s. June – July: 34-36.

2) Bedřich, L., & Dovalil, J. (2009). *Sylabus z teorie a didaktiky sportu*, Elportál, Brno: Masarykova univerzita.

3) Brown, L. (2005). *Training for speed, agility and quickness*. USA: United Graphics.

4) Birbaumer, N., & Schmidt, RF. (1991). *Biologische psychologie.* (2 vyd.) Springer, Heidelberg.

5) Čelikovský, S. (1990). *Antropomotorika: pro studující tělesnou výchovu.* (3. přeprac. vyd., 286 s.) Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

6) Čelikovský, S. (1976). *Teorie pohybových schopností.* (Vyd. 1., 280 s.) Praha: Univerzita Karlova.

7) Dovalil, J. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. (Vyd. 1., 331 s.) Praha: Olympia.

8) Dovalil, J. (1982). *Malá encyklopedie sportovního tréninku*. (1. vyd., 239 s.) Praha: Olympia.

9) Dovalil, J. (2008). *Lexikon sportovního tréninku*. (2. upr. vyd., 313 s.) Praha: Karolinum.

10) Evans, N. (2007). *Bodybuilding a posilování: efektivní cvičení pro dokonalé tělo : váš ilustrovaný průvodce, jak získat svalovou hmotu a zformovat tělo.* (Vyd. 1., 200 s.) Brno: Computer Press.

11) Fox, L. (1979). *Sport physiology.* Philadelphia: W.B. Saunders Company.

12) Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. (Vyd. 1., 480 s.) Brno: Computer Press.

13) Havlíčková, L. (2003). *Fyziologie tělesné zátěže*. (2. vyd., 203 s.) Praha: Karolinum.

14) Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza* dat. (Vyd. 1., 583 s.) Praha: Portál.

15) Choutka, M., & Dovalil, J. (1987). *Sportovní trénink*. (Vyd. 1., 318 s.) Praha: Olympia.

16) Choutka, M., & Dovalil, J. (1991). *Sportovní trénink*. (2., rozš. vyd., 331 s.) Praha: Karolinum.

17) Jebavý, R., & Zumr, T. (2009). *Posilování s balančními pomůckami*. (1.vyd., 175 s.) Praha: Grada.

18) Lehnert, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. (1. vyd., 143 s.) Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

19) Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1992). *Handbuch Trainingslehre*. (1. vyd., 354 s.) Schorndorf: Hermann Verlag.

20) Meško, D., Komandel, L. & Delej, B. (2005). *Telovýchovnolekárske vademekum*. (3., preprac. a rozš. vyd., 221 s.) Bratislava : Slovenská spoločnosť telovýchovného lekárstva.

21) Měkota, K., & Blahuš, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. (1. vyd., 335 s.) Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

22) Měkota, K., & Cuberek, R. (2007). *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. (1. vyd., 163 s.) Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

23) Moravec, R. (2004). *Teória a didaktika športu*. (1. vyd., 212 s.) Bratislava: Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave.

24) Muchová, M., & Tománková, K. (2009). *Cvičení na balanční plošině*. (1. vyd., 143 s.) Praha: Grada.

25) Neuman, J. (2003). *Cvičení a testy obratnosti, vytrvalosti a síly*. (Vyd. 1., 157 s.) Praha: Portál.

26) Pavlík, J. (1996). *Silové schopnosti člověka: antologie publikovaných zahraničních prací s komentářem.* (1. vyd., 56 s.) Brno: Masarykova univerzita.

27) Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. (1. vyd., 157 s.) Praha: Grada.

28) Pokorný, J. (2001). *Přehled fyziologie člověka.* (3. přeprac. vyd., 166 s.) Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum.

29) Seliger, V., Vinařický, R., & Trefný, Z. (c1983). *Fyziologie člověka: pro fakulty tělesné výchovy a sportu.* (1. vyd., 429 s.) Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

30) Seliger, V., Vinařický, R., & Trefný, Z. (1980). *Fysiologie tělesných cvičení.* (Vyd. 1., 345 s.) Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství.

31) Schmidt, R. (1993). *Memorix: fyziologie*. (1. vyd., xiii, 310 s.) Praha: Scientia Medica.

32) Smejkal, J. (2007). *Lekce kulturistiky 2*. (1. vyd., 47 s.) Pardubice: Ivan Rudzynskij, Svět kulturistiky.

33) Sobolová, V., & Zelenka, V. (1973). *Fyziologie tělesných cvičení a sportu*. (1. vyd., 174 s.) Praha: Olympia.

34) King, R., William, C., Stansfield, D., & Mulligan, P. (2006). *A dictionary of genetics*. (7th ed., 596 p.) New York: Oxford University Press.

Internetové zdroje:

35) Tatarka, P. Kvadriceps - předkopávání – extenze kvadricepsů. [online]. [cit. 2006-23-04]. Dostupné z: http://www.e-kulturistika.cz/view.php?nazevclanku=kvadriceps-predkopavani-%96-extenze-kvadricepsu&cisloclanku=2006040005

36) Detail činnosti myofilament. [online]. [cit. 2012-17-12]. Dostupné z: http://www.ucl.ac.uk/~sjjgsca/muscleSlidingFilament.html

37) Diagnostika silových schopností. [online]. [cit. 2013-17-02]. Dostupné z: http://www.eamos.cz/amos/kat_tv/externi/antropomotorik/pohybove_schopnosti/stranky/sila.htm

38) Stavba sarkomery. [online]. [cit. 2012-23-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Sarcomere.svg

39) Struktura svalu. [online]. [cit. 2013-11-01]. Dostupné z: http://vyuka.zsjarose.cz/data/swic/lessons/659.jpg

Software:

40) KalkFit (verze 1.0) [Computer software]. Brno, Masarykova univerzita

41) Metronome (version 1.1) [Android software]. Crunchy Bytebox

42) Statistica (verze 10) [Computer software]. Praha, StatSoft CR s. r. o.

RESUMÉ

Tato diplomová práce pojednává o závislosti maximálního počtu opakování na rytmu (rychlosti) cvičení u vybraných cviků silového charakteru. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části se zabýváme pohybovými schopnostmi, konkrétně se potom zaměřujeme hlavně na silové a rychlostní schopnosti a jejich determinanty. V rámci těchto schopností se dále podrobněji zabýváme stavbou, fyziologií a mechanikou svalů.

Praktická část tvoří výzkum, pomocí něhož jsme zjišťovali jednotlivé závislosti. Hlavním cílem bylo zjistit závislost rytmu (rychlosti) cvičení na maximálním počtu opakování při cvičení s různými odpory u vybraných cviků silového charakteru.

Práce slouží jako pomůcka pro sportovce a trenéry, kterým můžou tyto informace posloužit ke zkvalitnění jejich práce a snažení v silově-rychlostním tréninku.

This diploma thesis deals with the speed of exercise, maximum the number of repetitions and their mutual dependence during selected strength exercises. The thesis is divided into a theoretical and a practical part. The theoretical part is about movement abilities and it focuses mainly on strength and speed abilities and their determiners. Within these abilities, it deals with anatomy, physiology and mechanism of muscles.

The practical part is formed by research of individual dependencies. The main aim is to determine the dependence of exercise speed on the maximal number of repetition during exercises with various resistances, applied on selected strength exercises.

This thesis should serve to help athletes and trainers, who can use this information to improve the quality of their work and efforts in strength-speed training.