

ZÁKLADY EXCENTRICKÉ PRÁCE

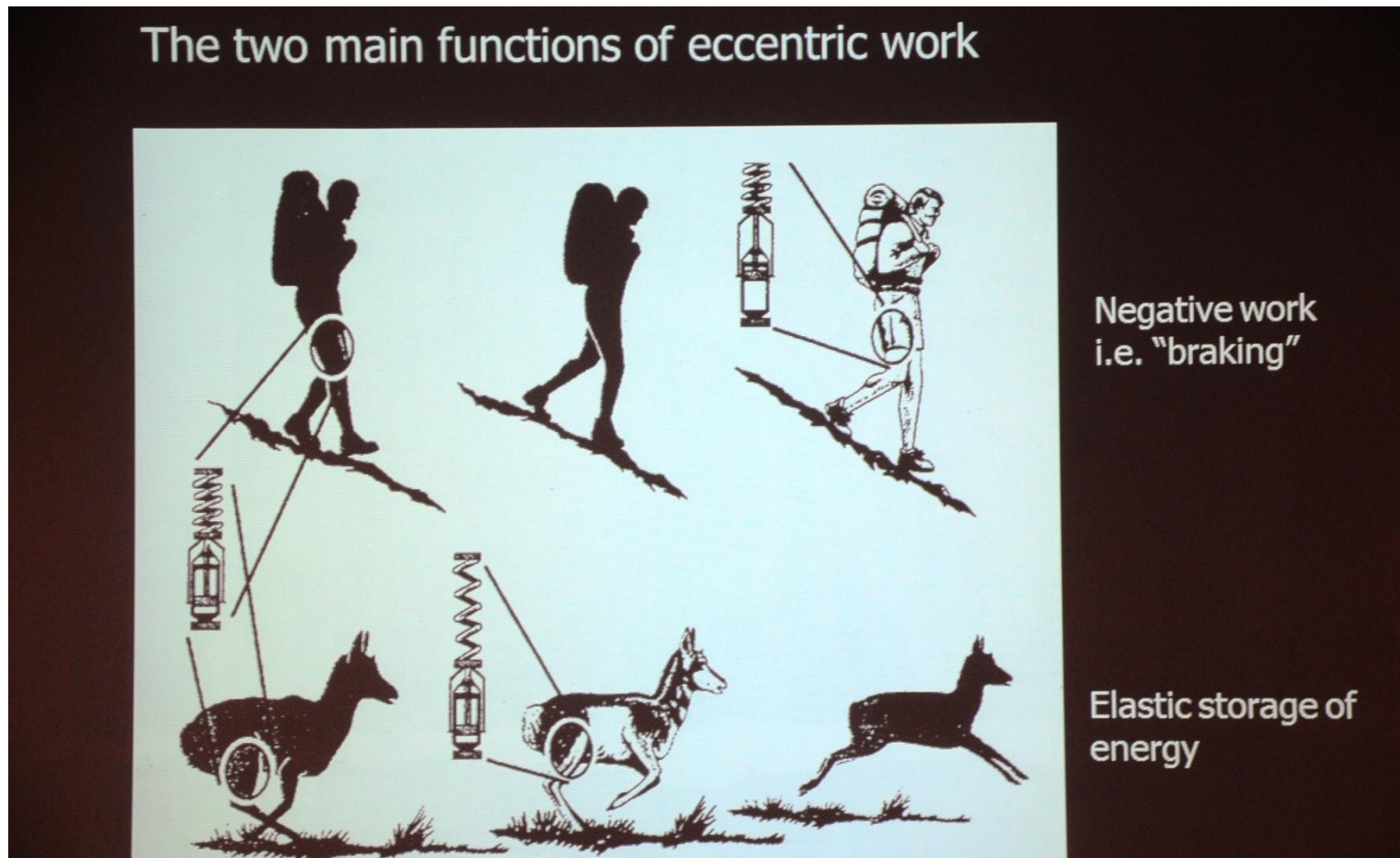
Hans Hoppeler – UNI Bern, Švýcarsko



- Kosterní **svalová tkáň** je často vnímána jako „kontraktilní **stroj**“ **odpovědný za aktivní pohyb**, a tím za zvířecí nebo lidskou lokomoci.
- Typické je, že se **svaly zkracují proti odporu** a tím vykonávají pozitivní práci buď pro zrychlení nebo získání potenciální energie.
- Tento typ svalové akce se nazývá **koncentrická svalová kontrakce**.
- Je přehlíženo, že pohybující **svaly se** během aktivací nejen zkracují, ale stejně často se během aktivace **prodlužují** nebo se **aktivně brání prodlužování**.
- Tento typ svalové práce se nazývá **excentrická svalová kontrakce**.

Dvě hlavní funkce excentrické práce

1. negativní práce, jinak zvaná „brzdění“
2. „nabití“ elastické energie

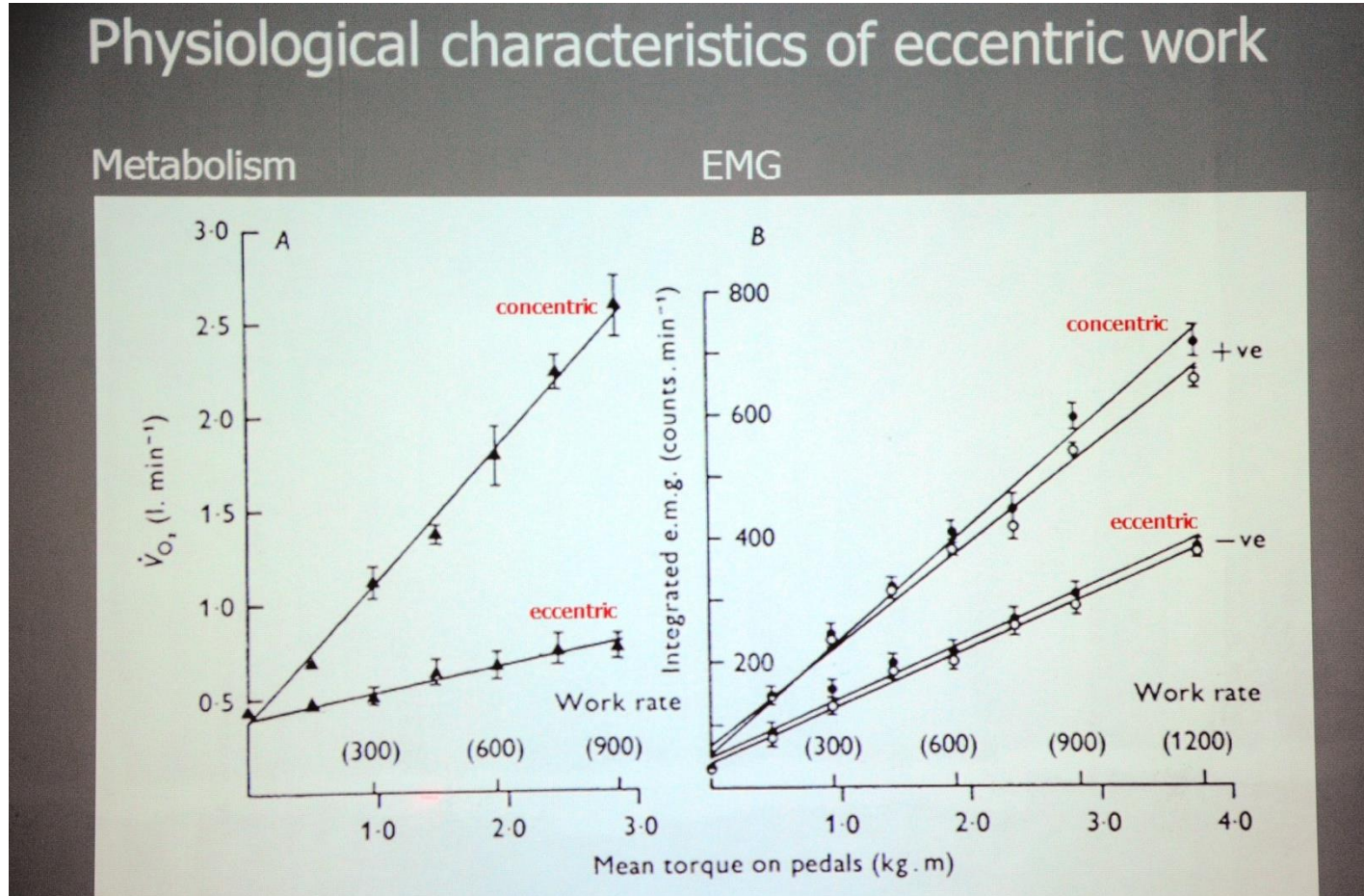


- **Excentrické svalové kontrakce** slouží dvěma hlavním cílům:
- 1. Excentrická svalová práce vytváří energii pro **zpomalení pohybu těla**, např. při chůzi dolů s kopce (čtyřhlavý sval stehenní).
- 2. Excentrické kontrakce se dále užívají pro **pružné uložení energie** během pohybu.
- V tomto případě slouží excentrická kontrakce svalů k **převodu kinetické a potenciální energie** do elastické deformační **energie šlach** a aponeuros.
- Uložená **elastická energie může být znovu použita** při minimalizované svalové práci k požadovanému pohybu.

Fyziologická charakteristika excentrické práce porovnání s koncentrickou prací

1. Metabolismus $\dot{V}O_2$ //min

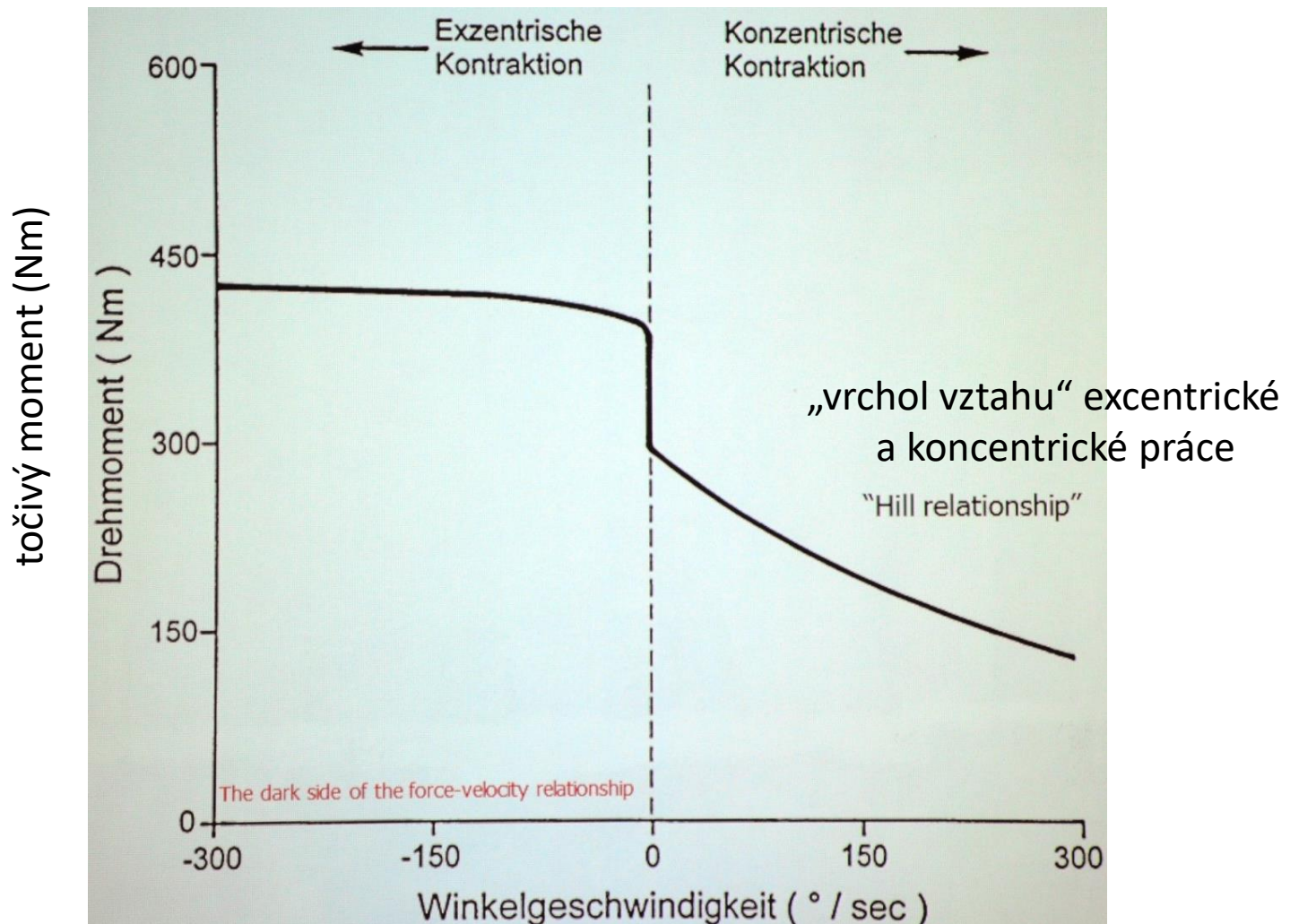
2. EMG integrovaný – nervosvalová aktivace, počty za min



Průměrný točivý moment na pedálech (kg.m)

Graf úhlové rychlosti a točivého momentu

„Tajemná strana vztahu síly a rychlosti“



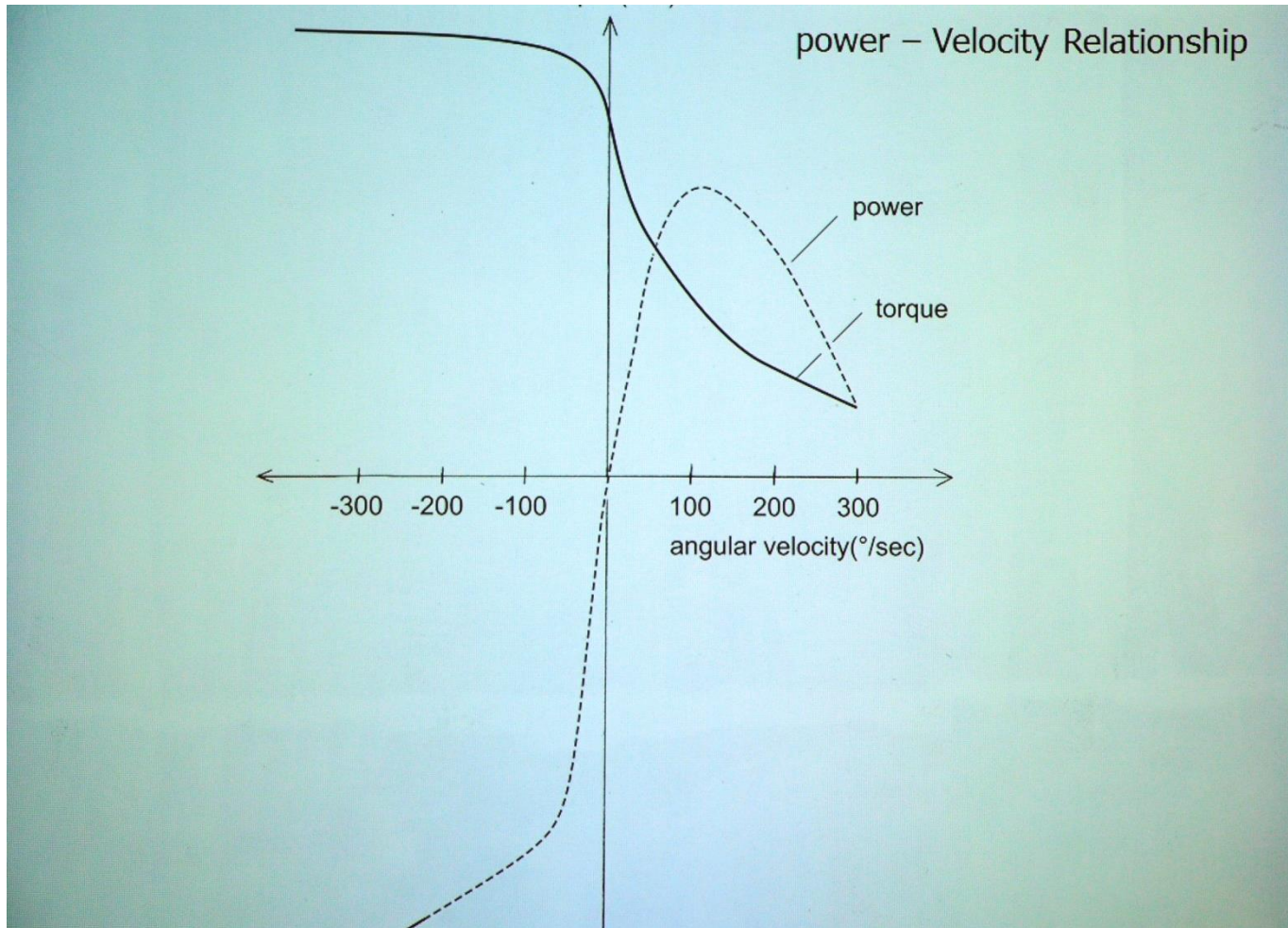
úhlová rychlost (st. / sec)

- **Koncentrické a excentrické svalové kontrakce se výrazně liší** ve funkčním ohledu.
- Během **rychlé excentrické** svalové kontrakce se mohou vytvářet až **4x vyšší momenty** (sil) než během koncentrických stahů při podobné úhlové rychlosti.

Důsledek:

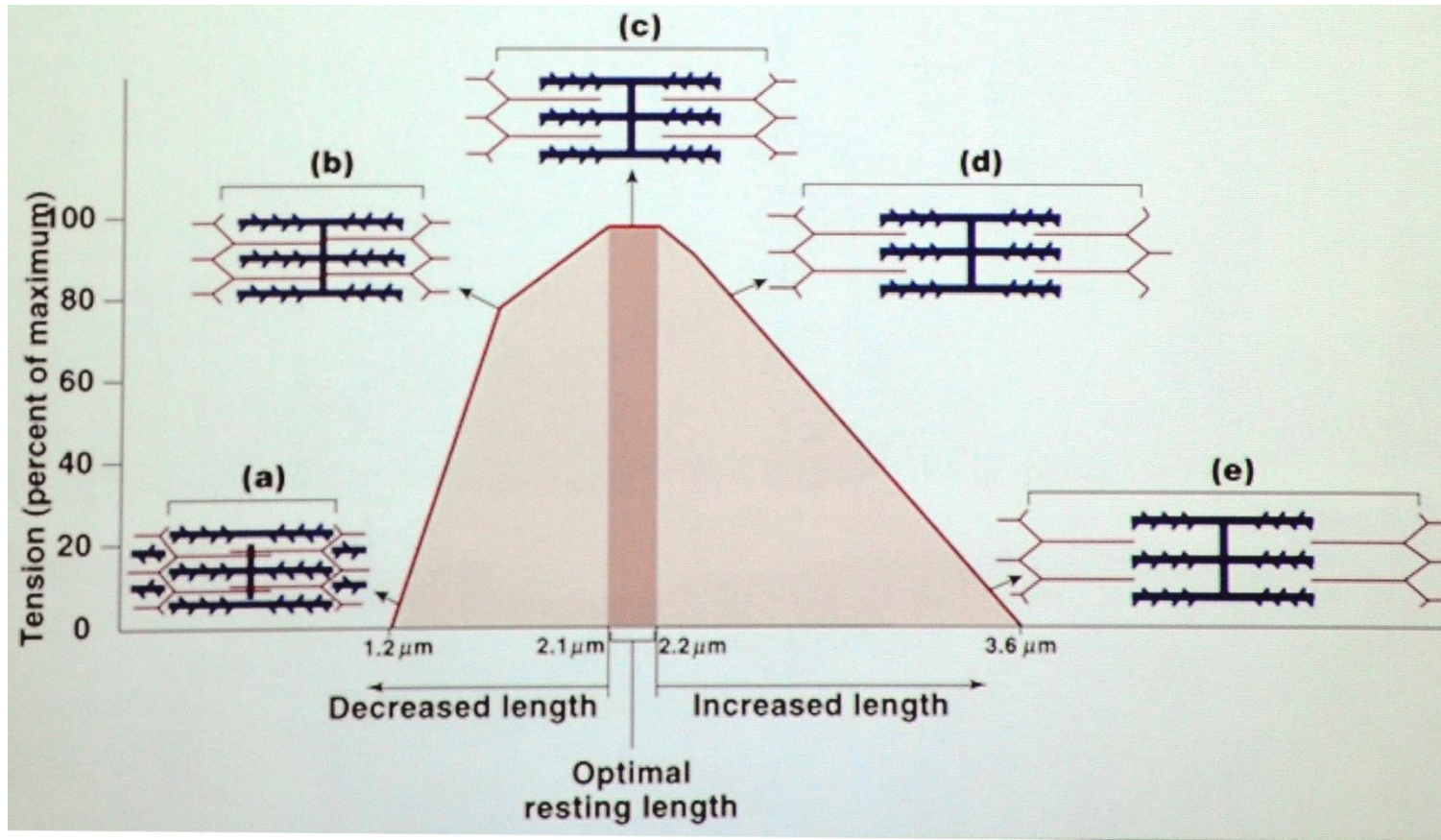
- Síla vytvořená svaly v koncentrických kontrakcích se vytváří okamžitě, dosáhne maxima za 2400/sec a pak klesá.
- **V excentrických kontrakcích se vytváří (negativní) síla bez limitu** a nezávisle na vytvořené úhlové rychlosti (doskoky z výšky).

Graf úhlové rychlosti - vztah síly a rychlosti



Graf síly ve vztahu k délce svalu

napětí v % ze 100

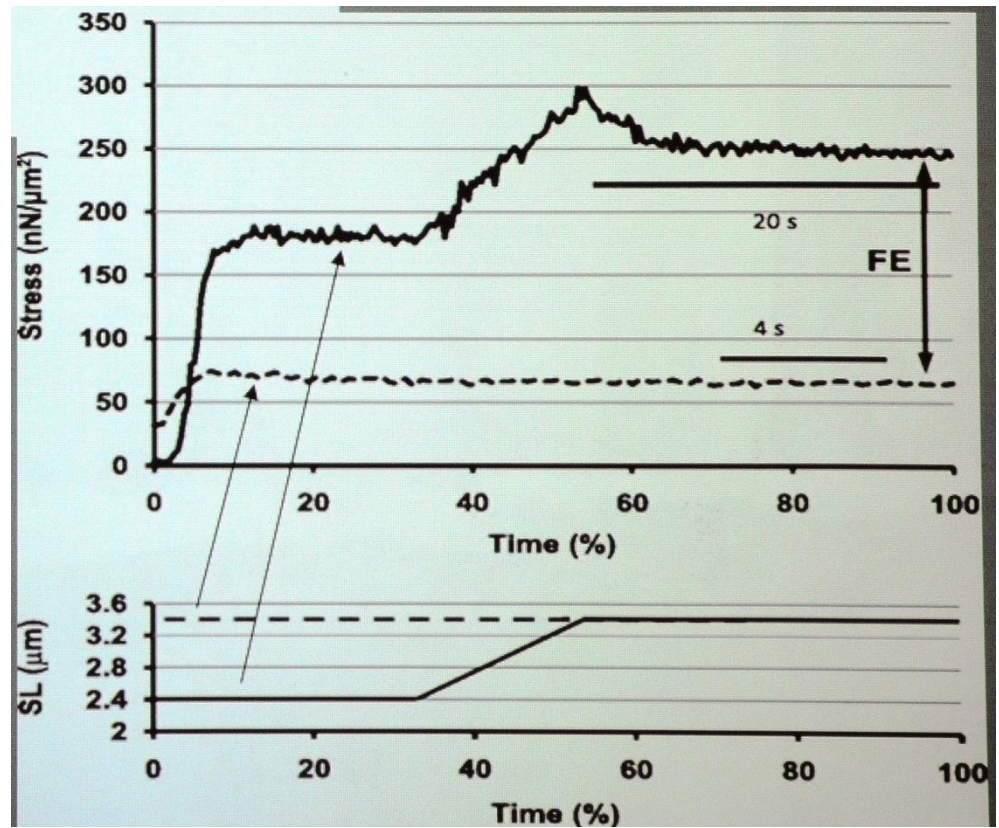
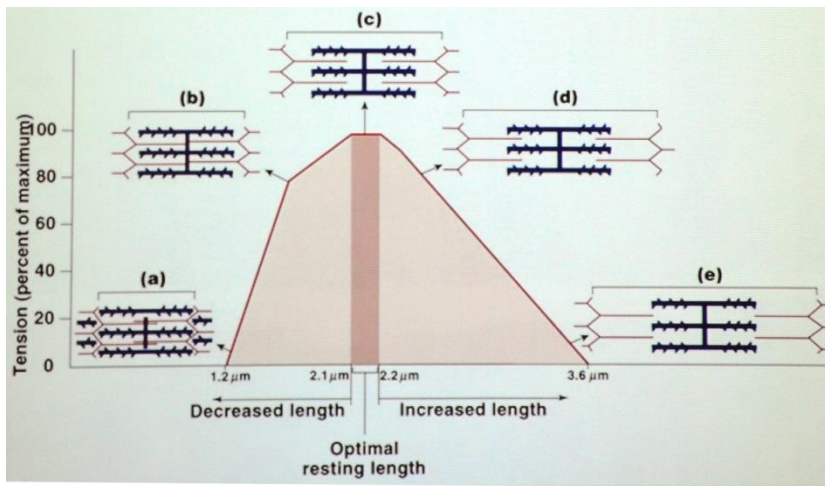


snížená délka

zvýšená délka

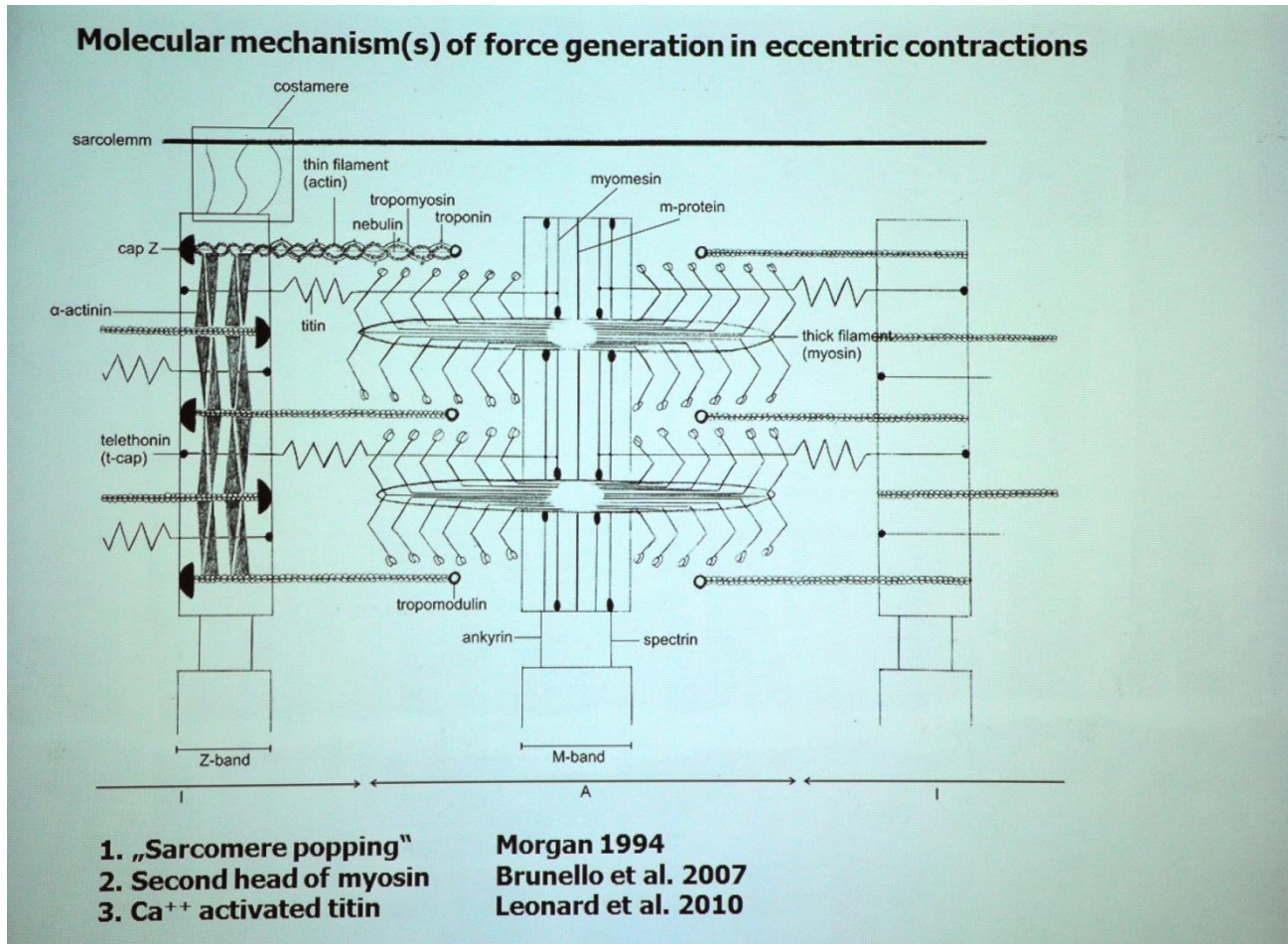
optimální délka

Grafy síly – její zvýšení v čase



Molekulární mechanismus vývinu síly s excentrických kontrakcích

(pro odborníky na fyziologii)



Akutní excentrická cvičení ve svalovém vlákně

Velké momenty a síly, které lze získat při excentrické práci mohou svaly ohrozit.

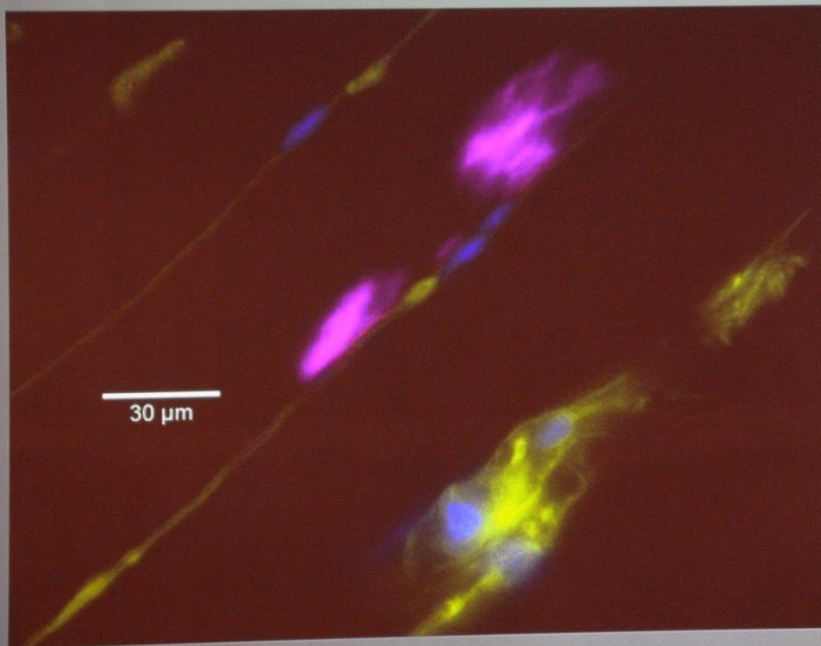
Excentrická kontrakce může přivodit náhlé masivní poškození svalů.



Opravy poškození „excentrických“ svalových buněk

Repair of eccentric muscle cell damage

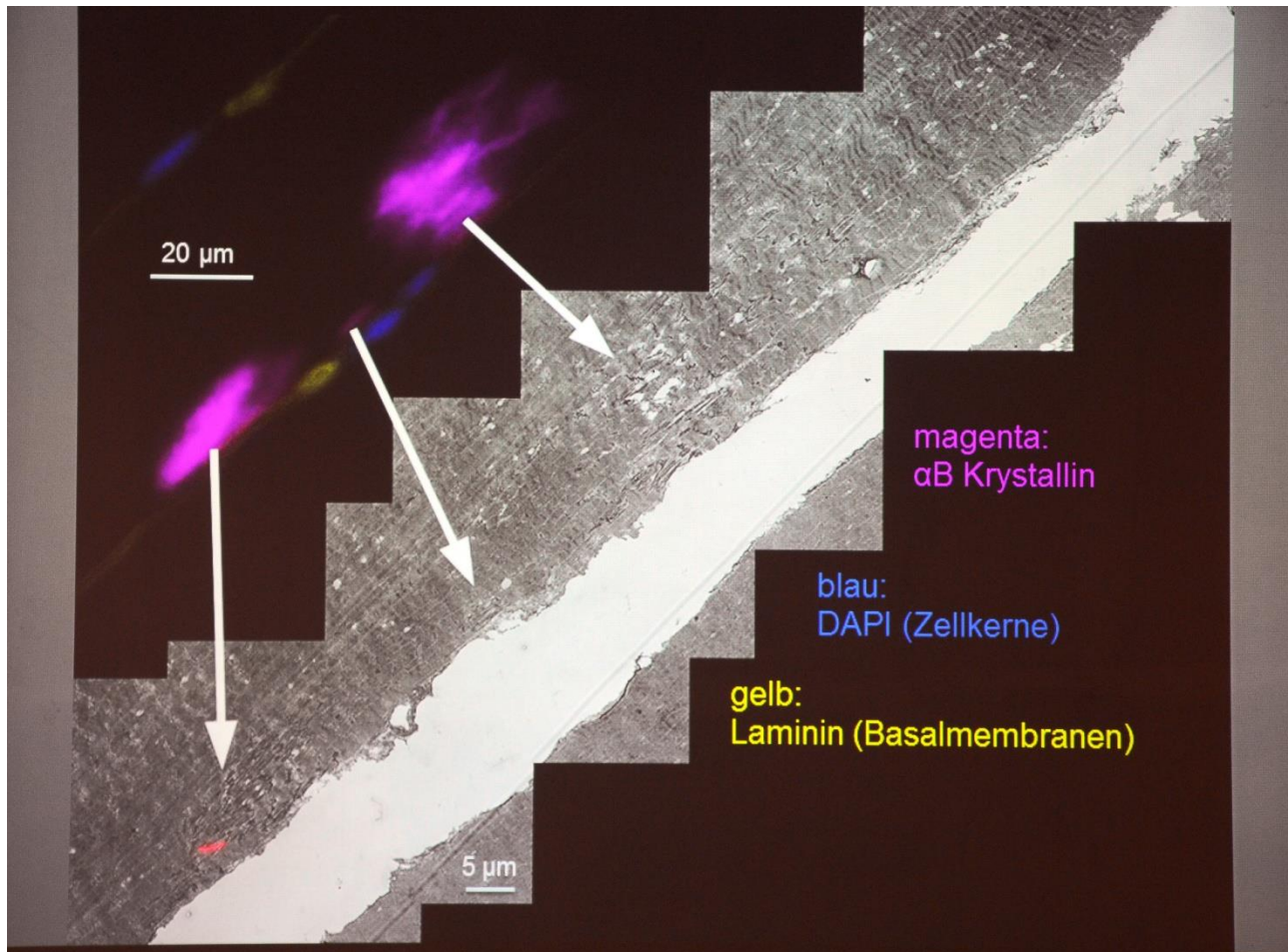
α B cristallin is a small heat shock protein binds to damaged proteins
(for un-folding followed by re-folding or degradation of protein)



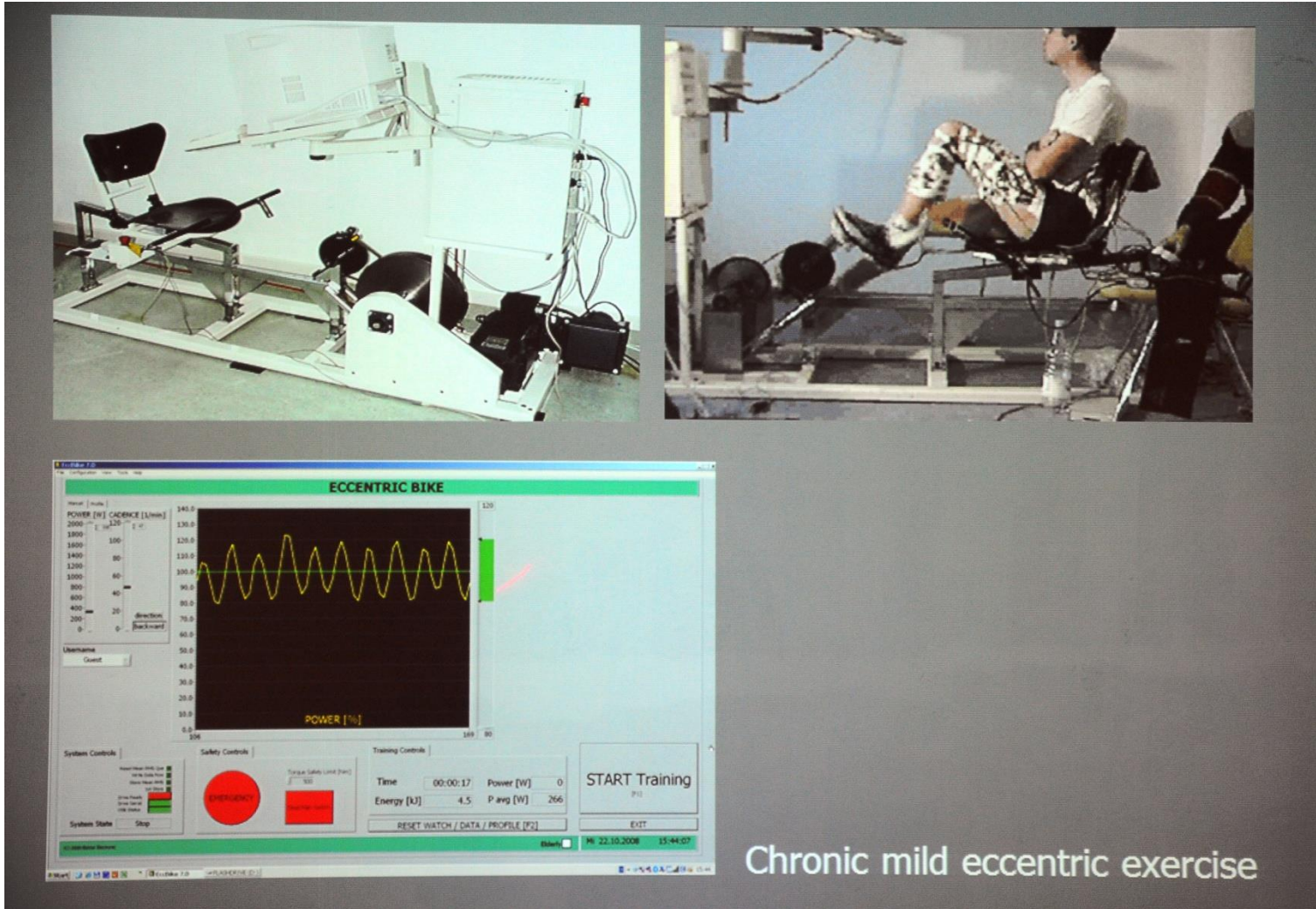
α B Krystallin magenta
DAPI (Zellkerne) blau
Laminin (Basalmembran) gelb

Billeter et al. unpublished

Detaily dění ve svalu



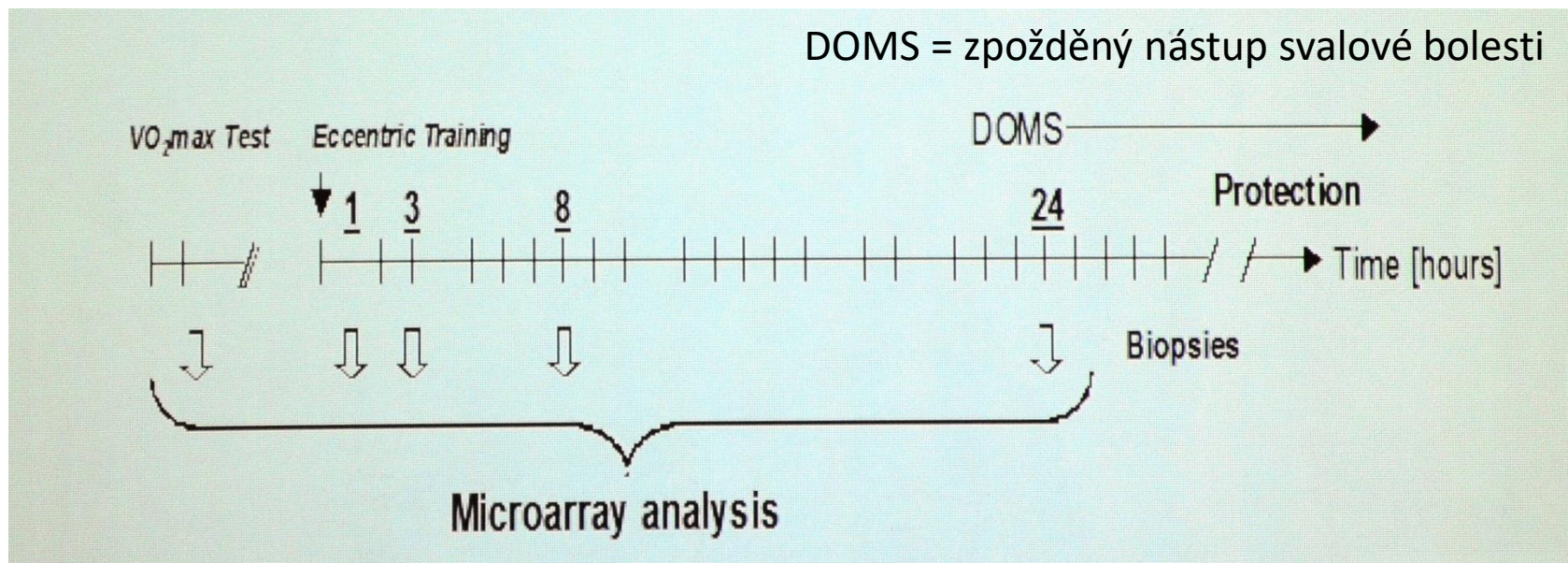
Kolo na trénink excentrické práce (v laboratoři)



Chronic mild eccentric exercise

stálá mírná excentrická cvičení

Časový průběh funkčních a molekulárních změn po jednom nárazovém excentrickém tréninku



Mikroskopická analýza vzorků svalu odebraných biopsií

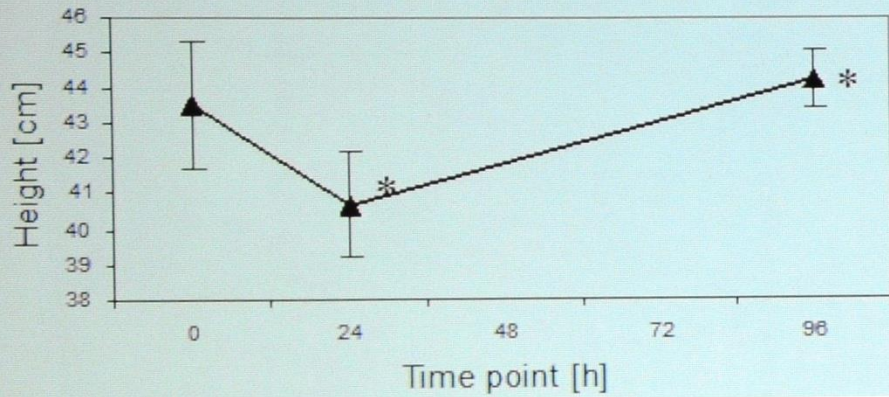
Následkem mírných excentrických cvičení, jako např. dlouhé chůze s kopce vidíme jiný druh svalového poškození typický **zpožděným nástupem svalové bolesti** (angl. DOMS).

ZNSB (česky) lze předejít tím, že si **svaly přivyknou excentricky pracovat opakováním zátěží** excentrickými cvičeními, které je pak chrání před ZNSB (typická bolest lýtkových svalů po prvním dlouhém dni lyžování po dlouhé letní pauze, které nastoupí druhý den..).

Funkce svalů během tréninku

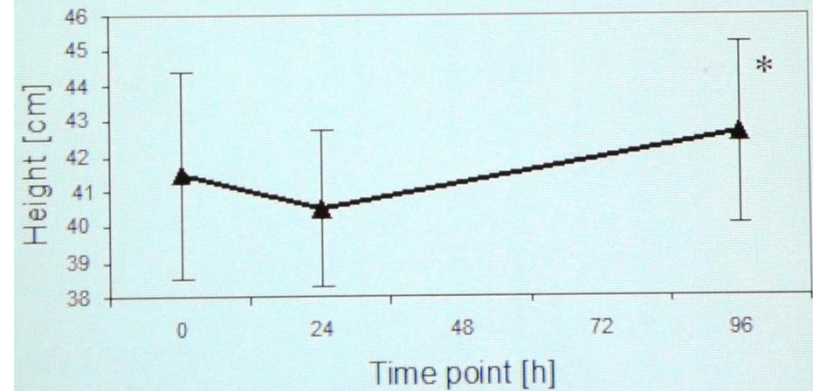
Výskok z podřepu

Counter Movement Jump

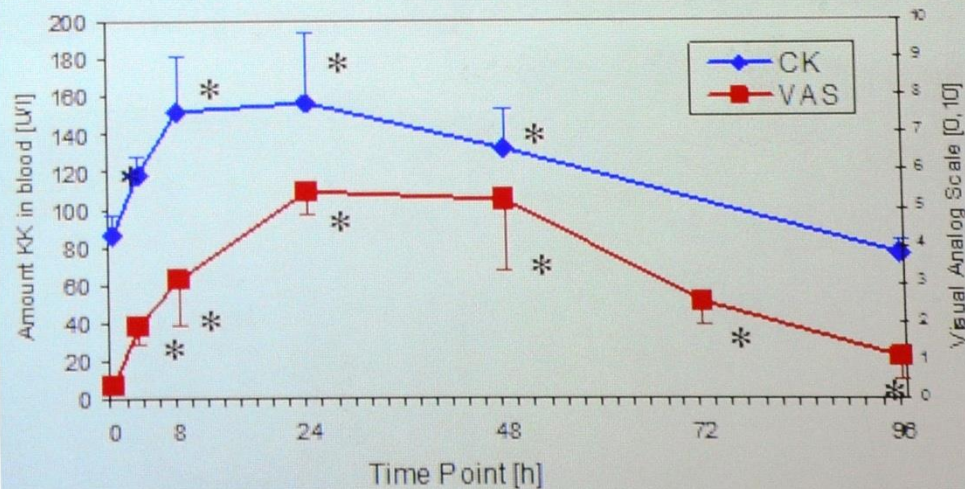


Seskok do podřepu

Squat Jump

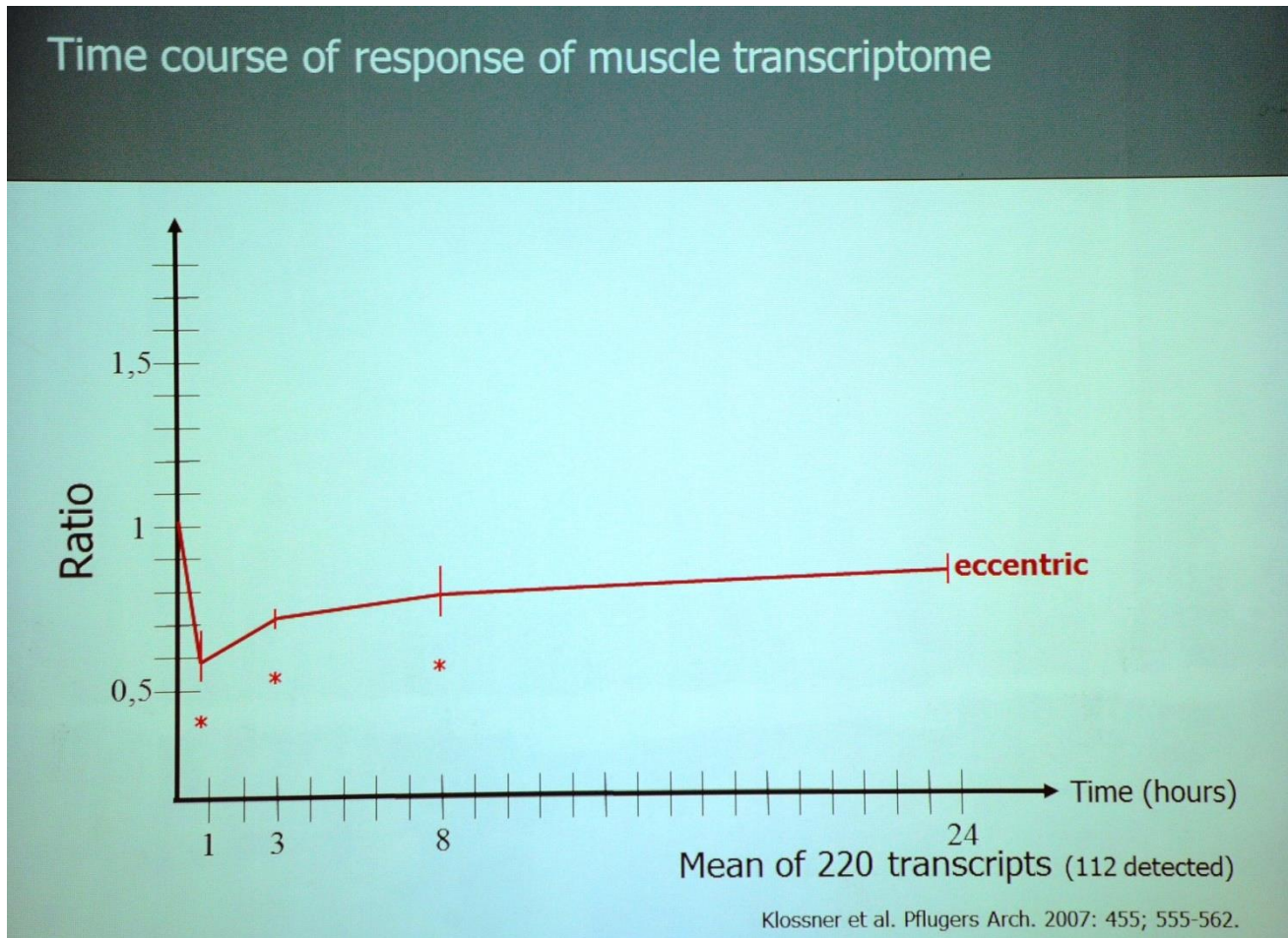


Creatine Kinase



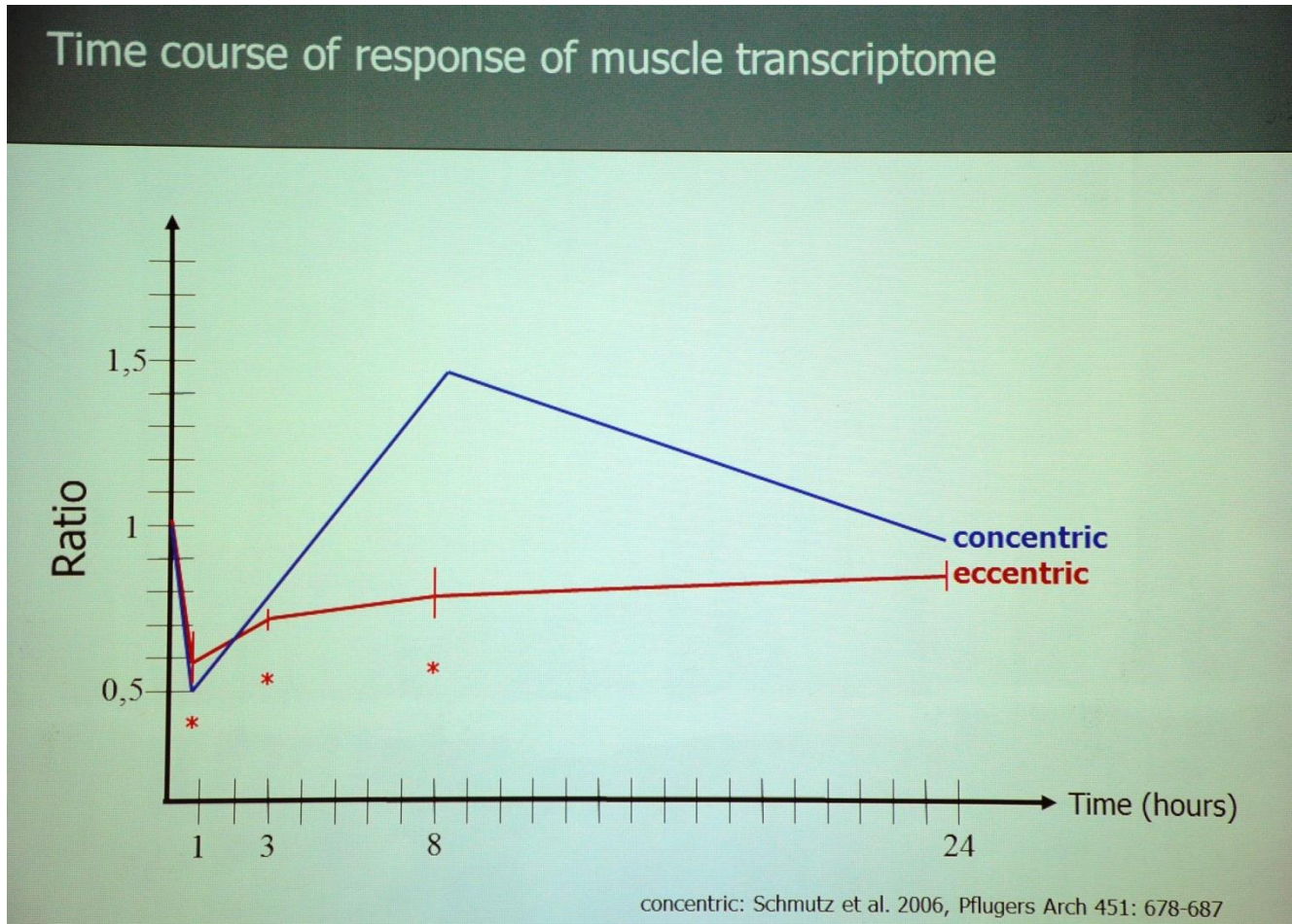
Časový průběh reakce svalových „přepisů“

Graf excentrické práce

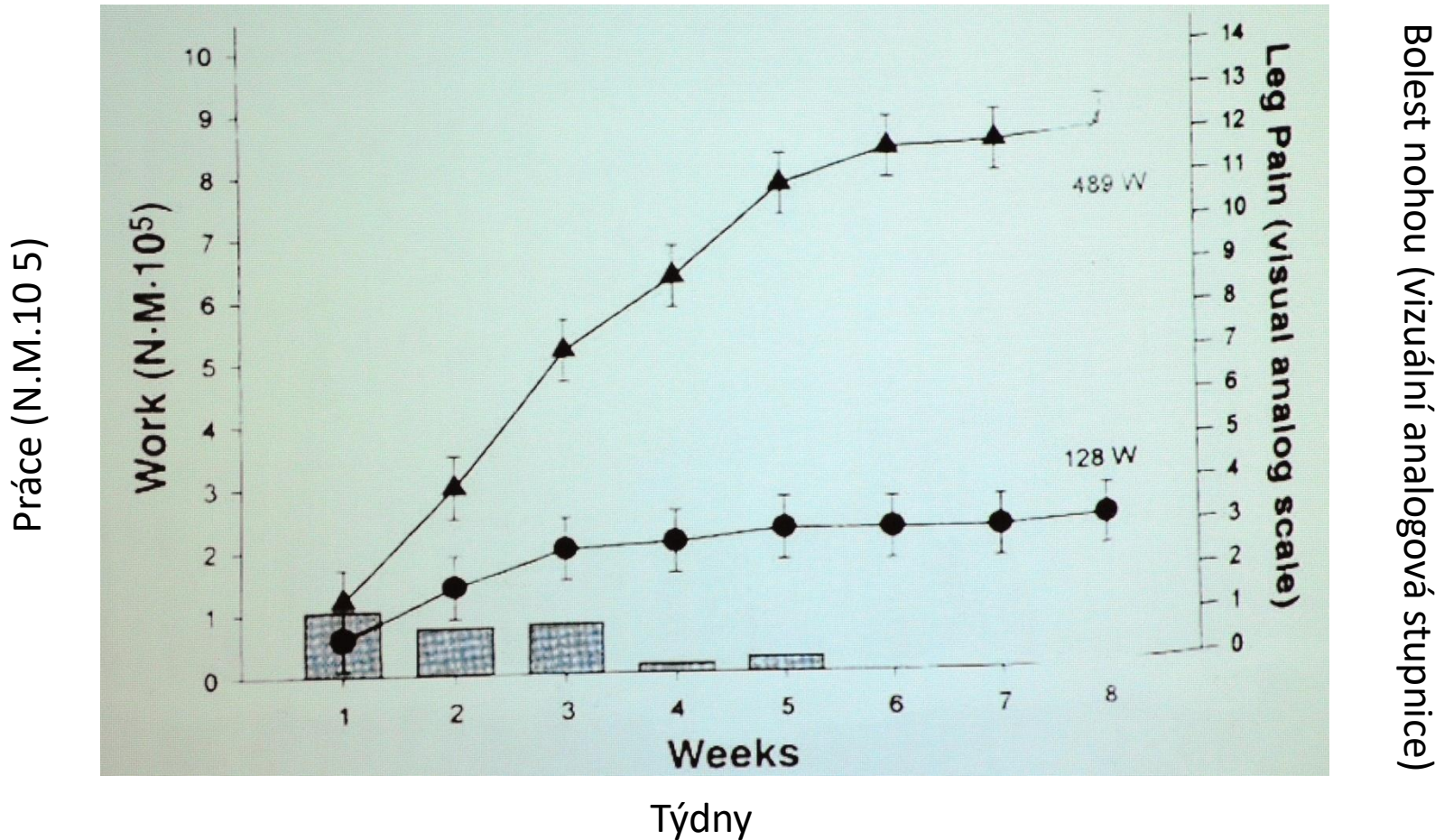


Časový průběh reakce svalových „přepisů“

Graf excentrické a koncentrické práce

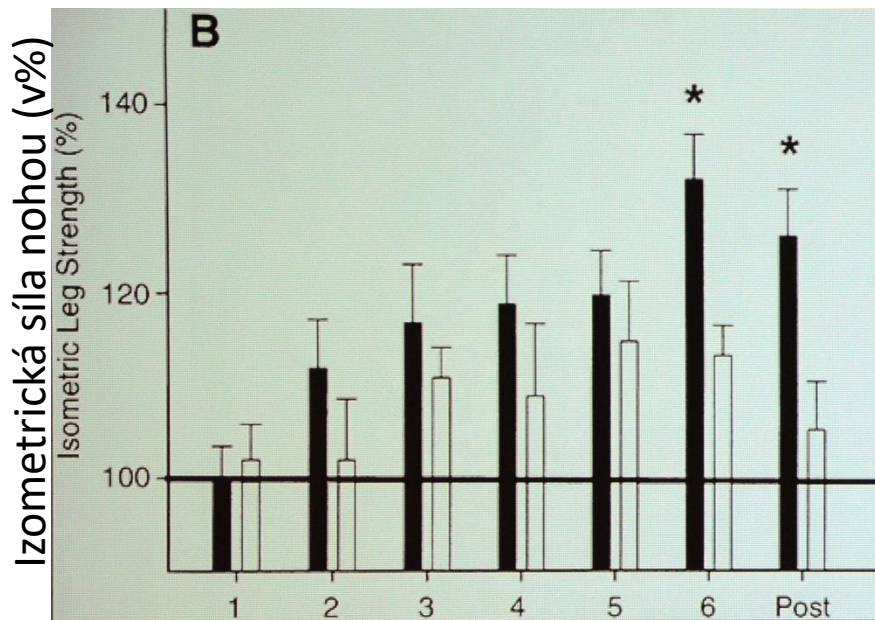


Koncentrická a excentrická cvičení u netrénovaných mladých lidí při stejné srdeční činnosti

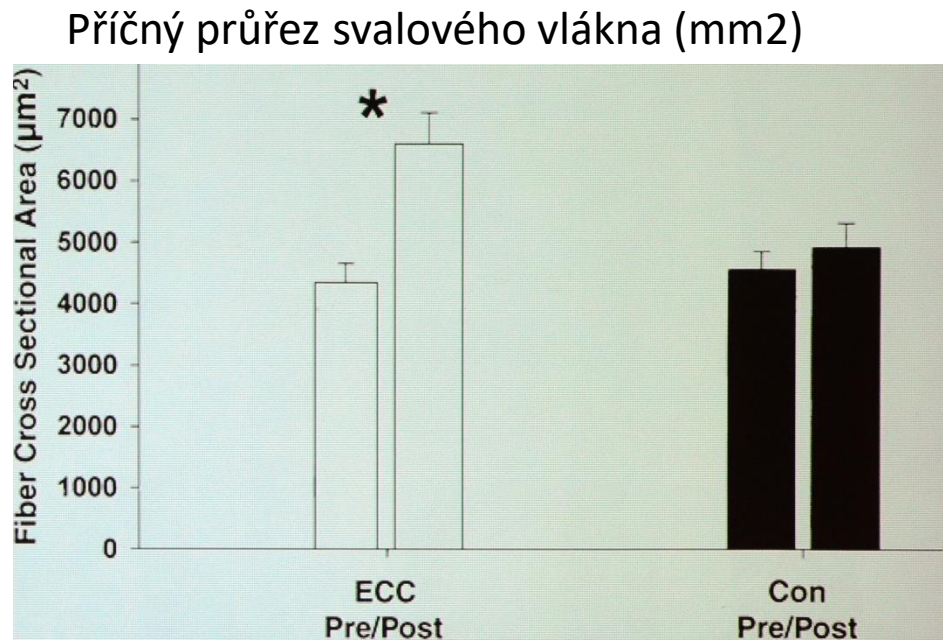


Vysoká mechanická zátěž při stejné metabolické zátěži.

Porovnání koncentrické a excentrické práce u netrénovaných mladých lidí



Izometrická síla nohou se více zvýšila
při koncentrické práci



excentrická práce

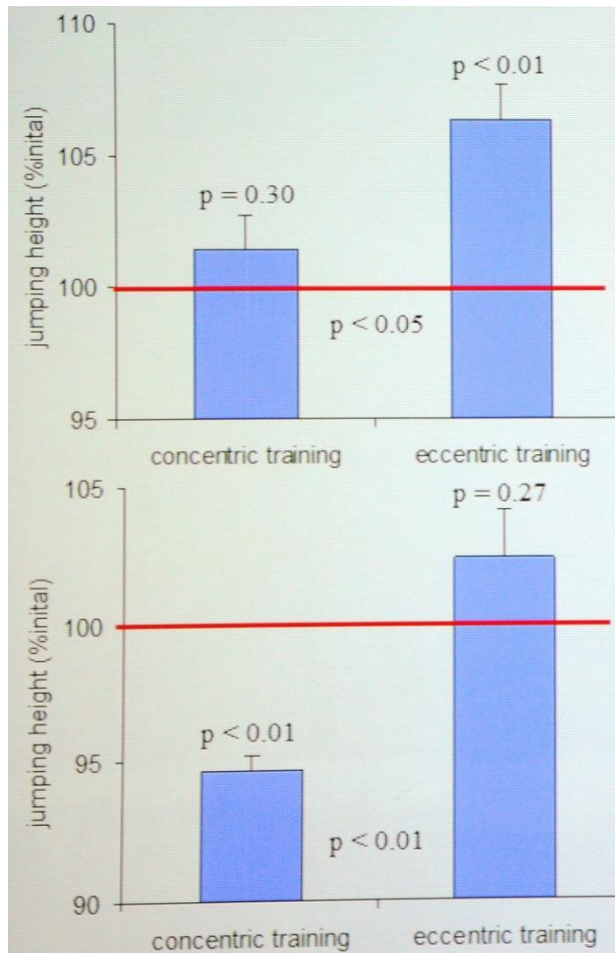
koncentrická práce

Příčný průřez svalového vlákna se více zvětšil
po excentrické práci.

Nárůst po koncentrické práci je menší.

Testování juniorských sjezdařů 6 týdnů tréninku excentrickými cvičeními

výskok z podřepu
výška výskoku

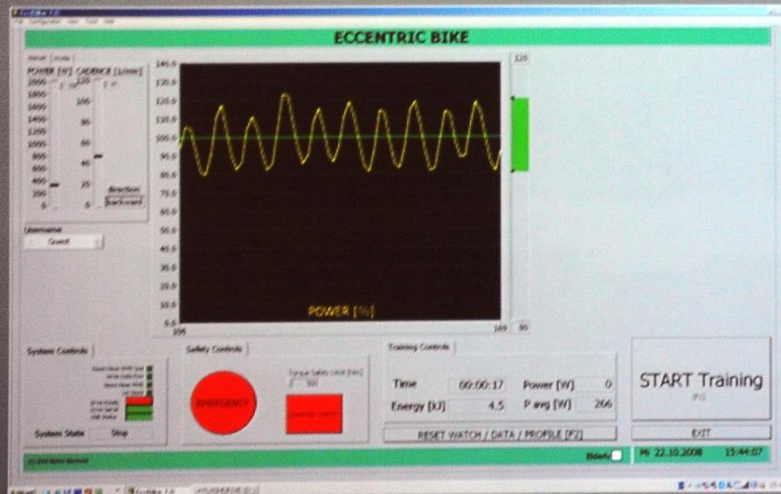


Seskok do podřepu
výška výskoku



Grafy zřetelně ukazují větší zlepšení po excentrických trénincích než po koncentrických

Problematika používání a časování excentrických cvičení je složitá

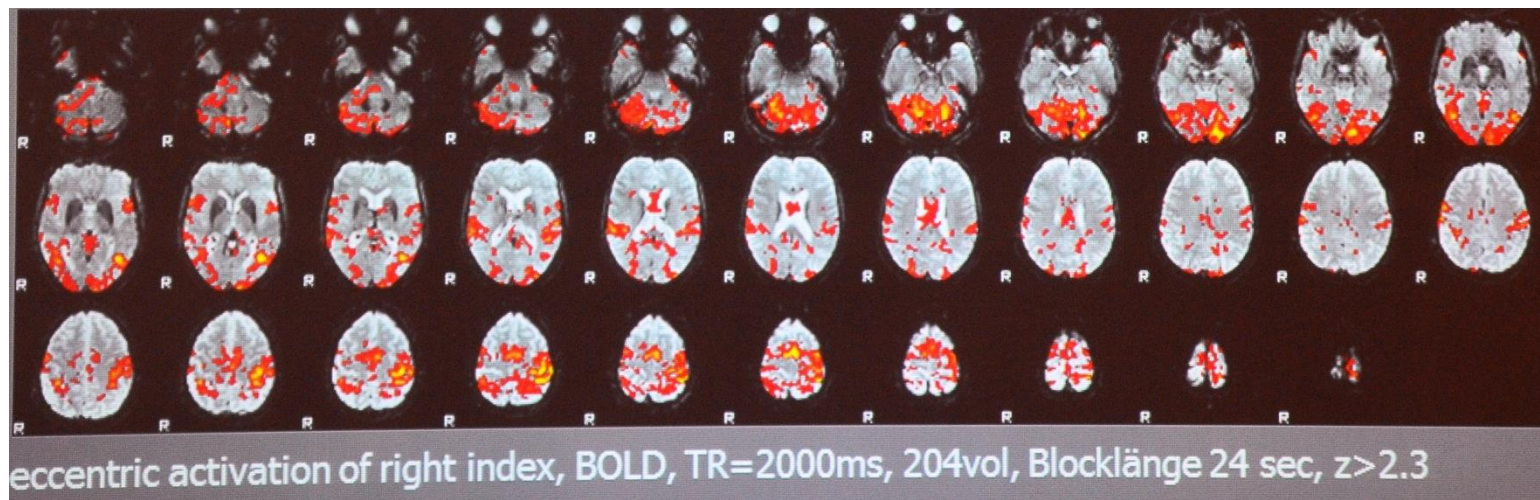
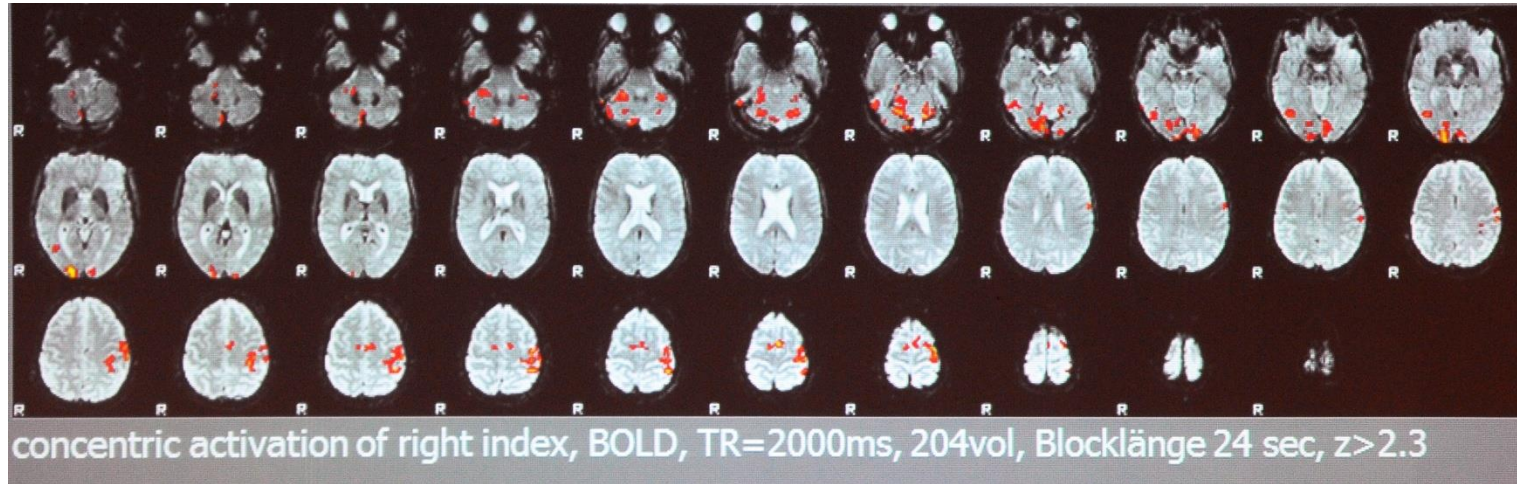


"The eccentric cadence problem"

Aktivace mozkové činnosti (EMG – BOLD-fMR Index

Porovnání aktivace u koncentrických a excentrických cvičení při stejné zátěži

- u excentrických cvičení je mozková činnost vyšší.



Závěr

- **Excentrická cvičení** jsou charakterizována **mnohem menším požadavkem na energetický výdej.**
- **Metabolický výdej** na vytvoření točivého momentu v excentrické kontrakci je oproti podobné externí síle vytvořené koncentrickou kontrakcí **redukován 2 – 4x.**
- **Další důležitý rozdíl** mezi koncentrickými a excentrickými kontrakcemi je, že **druhé potřebují jen polovinu aktivace EMG** (nervosvalové aktivace) u podobných výstupů točivých momentů.
- To ale činí excentrické kontrakce ze své podstaty obtížněji kontrolovatelné.
- Z toho důvodu, že lyžaři v jízdě oblouky opakovaně používají oba druhy svalových kontrakcí, tak není divu, že **alpské lyžaře charakterizují jejich schopnosti konat a koordinovat velmi vysoké zatížení excentrickými kontrakcemi.**
- **Uvedené poznatky je třeba vzít v úvahu při sestavování silového tréninku lyžařů.**

Podle přednášky z ICSS 2013 zpracoval:
Petr Jireš, Radim Jireš