TYPY SVALOVÉ KONTROLY V ELITNÍM ALPSKÉM LYŽOVÁNÍ

J. Kröll, J. Spörri - Universita Salzburg

B. Fassel, EPFL - Švýcarsko

Svalovou kontrolou rozumíme nitrosvalovou koordinaci práce svalů v různých režimech

- Aby bylo možné vyhodnotit **limity výkonnosti** alpských lyžařů, měly by u nich být zváženy

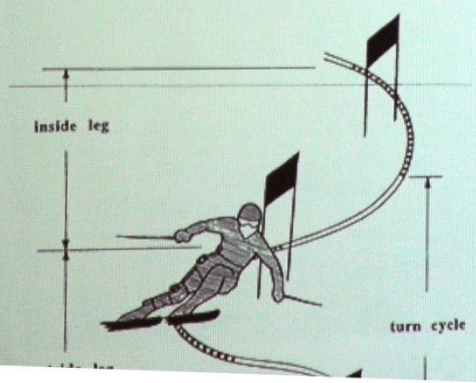
  typy používaných svalových kontrakcí, úroveň aktivity hlavních svalových skupin podílejících se na výkonu a další souvislosti.
- Hluboké **pochopení svalové kontroly** může poskytnout užitečné informace týkající se získávání dovedností, odpovídajícího pohybového pokroku, kondice a prevence zranění lyžařů.

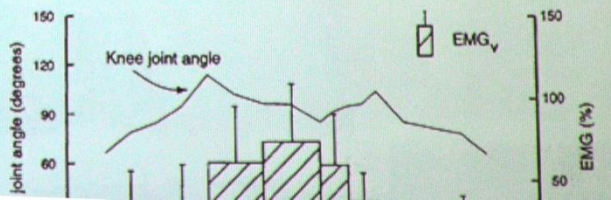
Tématem se již zabývali uvedení autoři

TYPE OF MUSCLE CONTROL IN ELITE ALPINE SKIING

UNIVERSITY of SALZBURG

- Berg, H. E., et al. (1995). Med Sci Sports Exerc.
  "Involvement of eccentric muscle actions in giant slalom racing."
- Hintermeister, R. A., et al. (1995). Med Sci Sports Exerc
  "Muscle activity in slalom and giant slalom skiing."
- Berg, H. E. and O. Eiken (1999). Med Sci Sports Exerc.
  "Muscle control in elite alpine skiing."



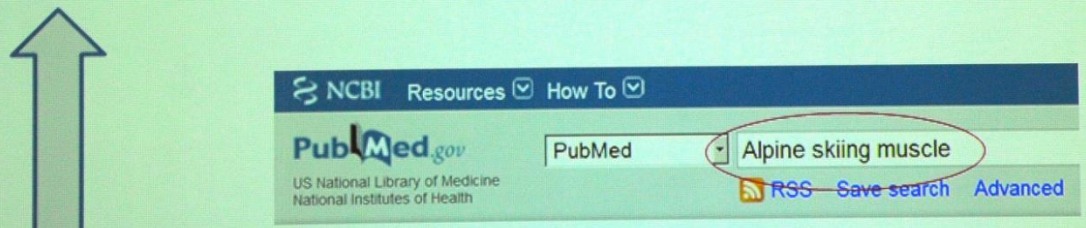


Pozdější práce na stejná témata

TYPE OF MUSCLE CONTROL IN ELITE ALPINE SKIING

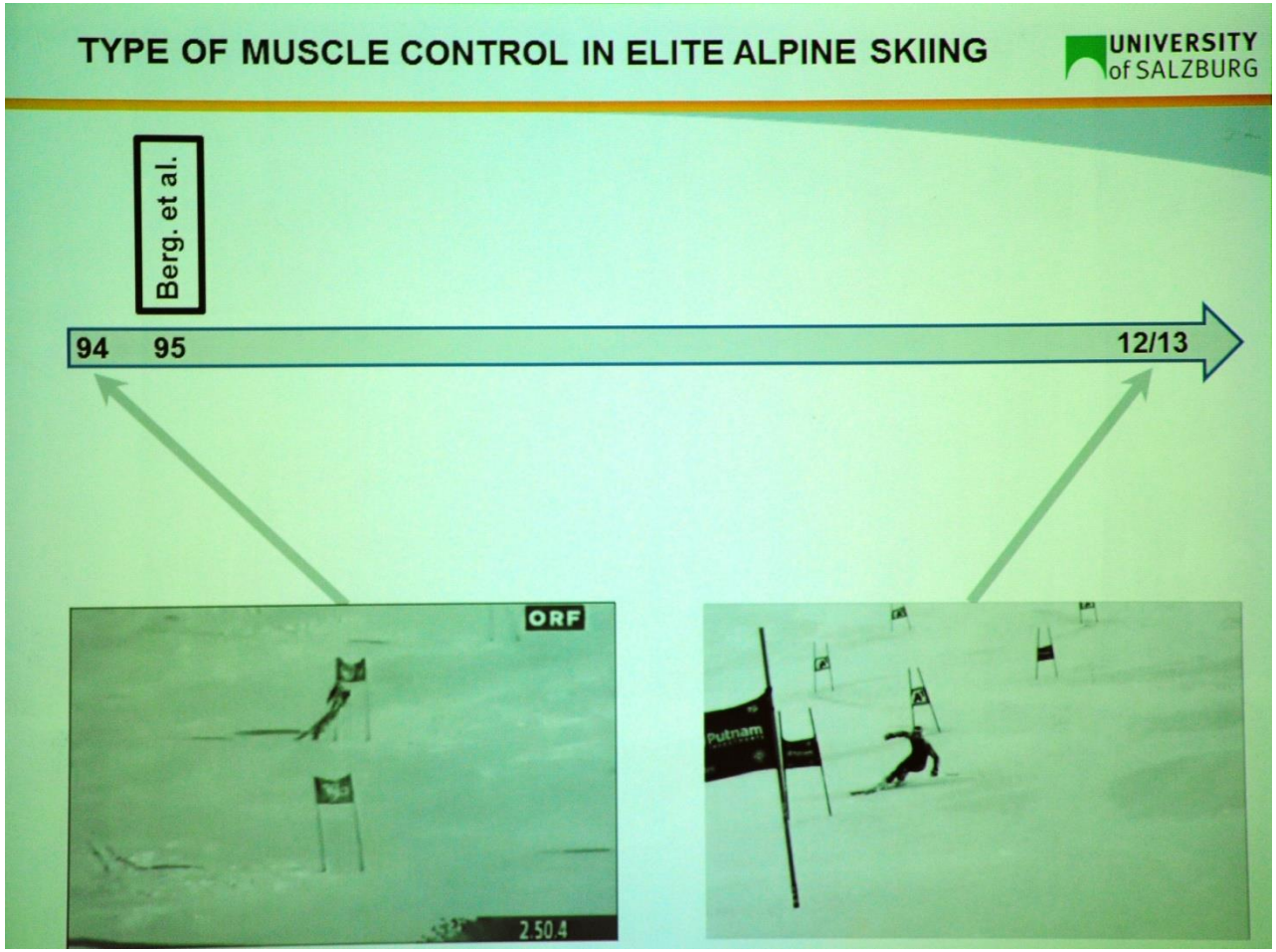
UNIVERSITY of SALZBURG

- Berg, H. E., et al. (1995). Med Sci Sports Exerc.
  "Involvement of eccentric muscle actions in giant slalom racing."
- Hintermeister, R. A., et al. (1995). Med Sci Sports Exerc
  "Muscle activity in slalom and giant slalom skiing."
- Berg, H. E. and O. Eiken (1999). Med Sci Sports Exerc.
  "Muscle control in elite alpine skiing."

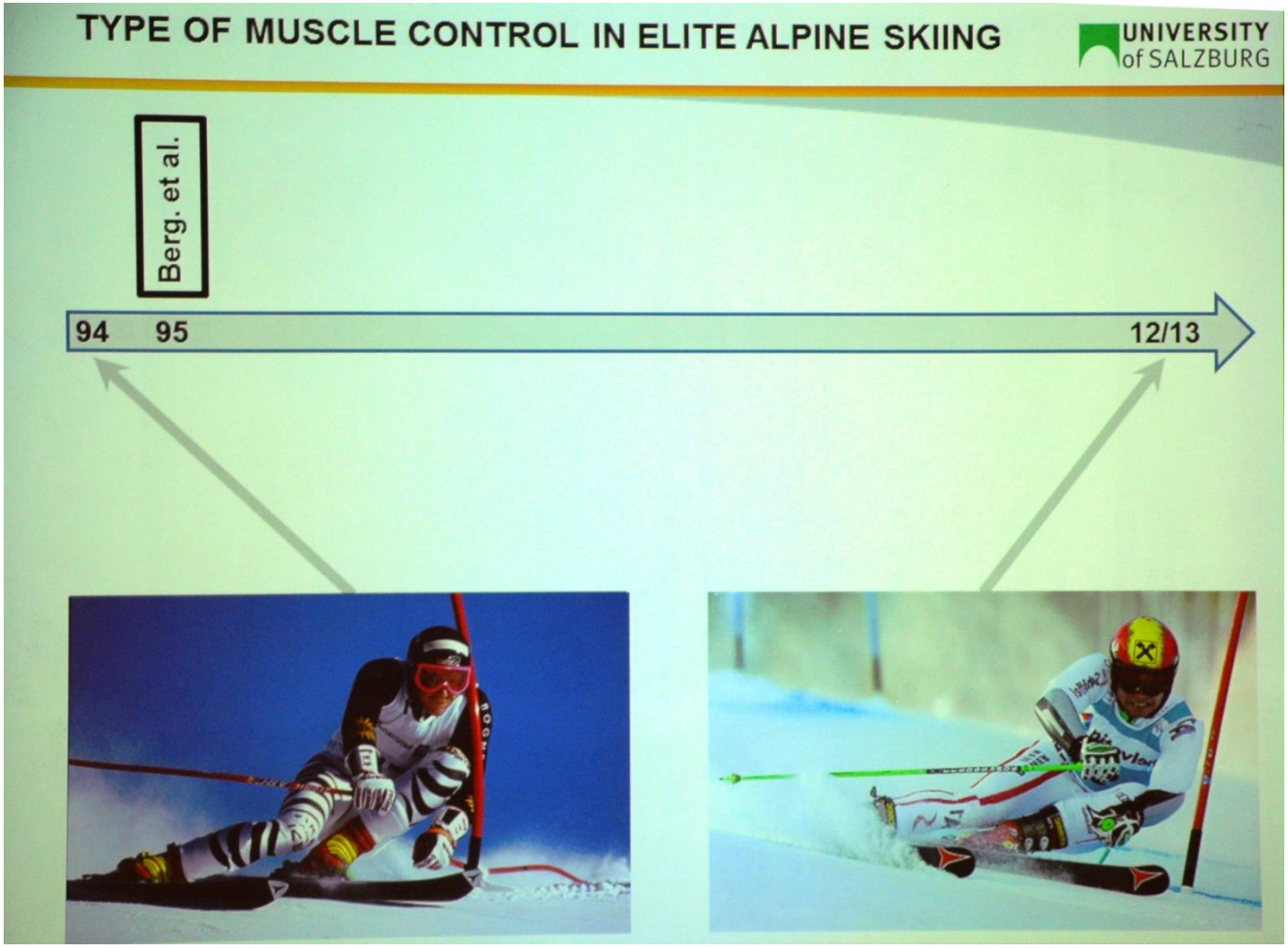


- Ferguson, R. A. (2010). Exp Physiol
- Gross, M., et al. (2010). Int J Sports Med
- Patterson, C., et al. (2009). J Strength Cond Res
- Tomazin, K., et al. (2008). Eur J Appl Physiol
- Turnbull, J. R., et al. (2009). Scand J Med Sci Sports
- …

Tehdy a nyní: od prací na téma „svalová práce od Berga“ uplynulo 19 let

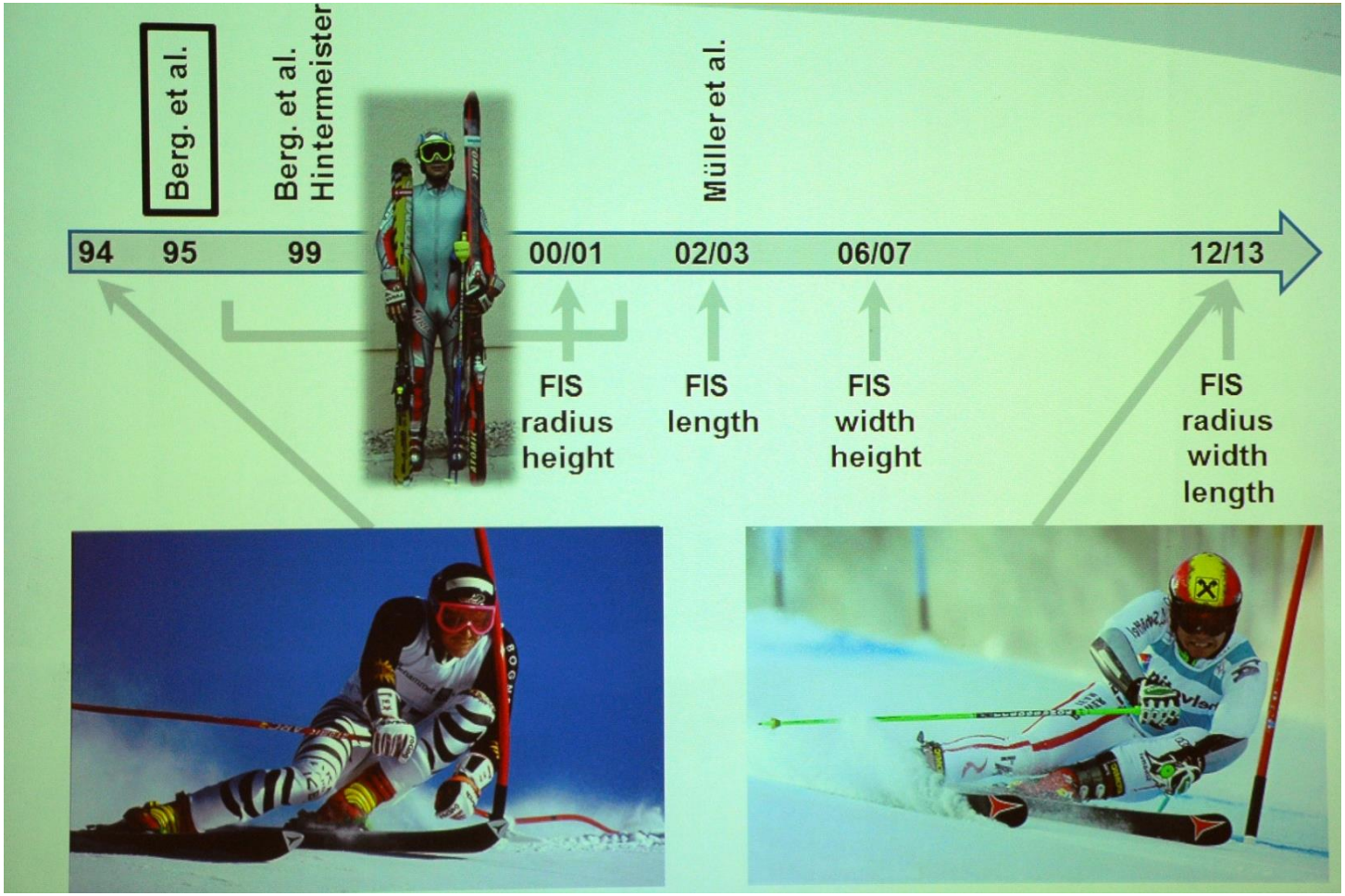


Rok 1994/95 a současnost: největší změny jsou v materiálu



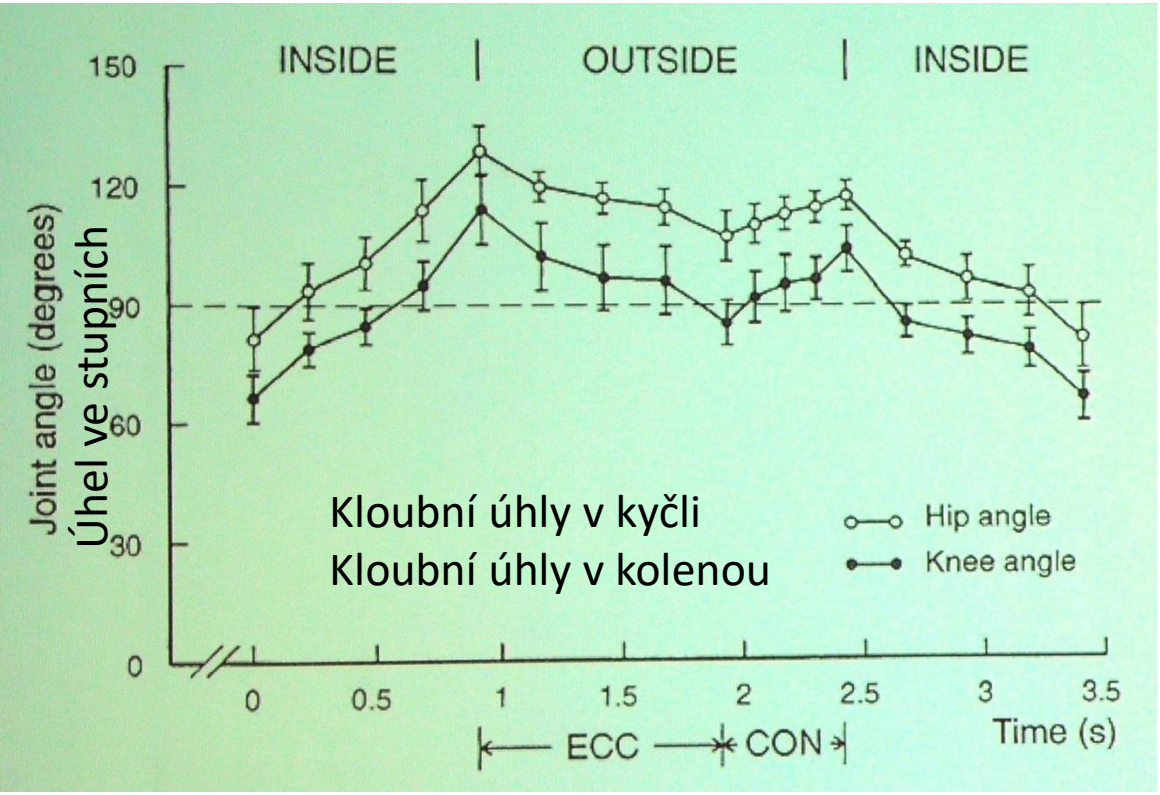
Změny, ke kterým docházelo u lyží

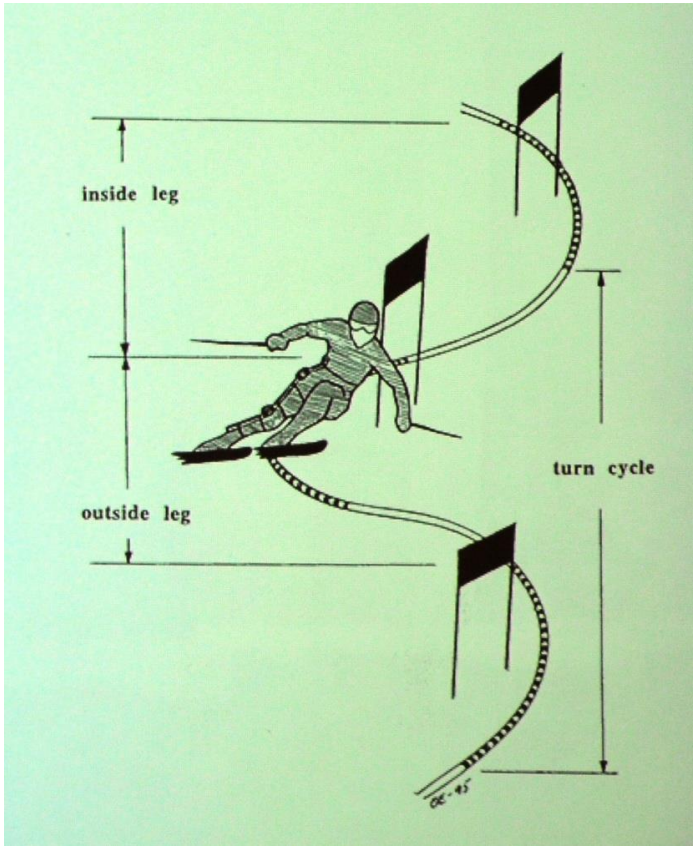
Nejvyšší úroveň alpských lyžařských **disciplín postihlo** od počátku milénia **několik značných změn ve tvaru závodního vybavení** (zavedení carvingových lyží, změny pravidel FIS 2006 a 2012).



Berg 1995: Zapojení excentrické svalové práce v obřím slalomu

Přes tuto **evoluci lyží** jsou pro odhad podílů **typů svalových kontrakcí** a úroveň aktivity hlavních svalových skupin **studie Berga a kol. 1995, 1999** popisující svalové kontrakce v alpském lyžování **stále vhodné a použitelné.**
Berg a kol. sledoval u jednotlivých hlav čtyřhlavého svalu stehenního během závodu **v obřím slalomu** vysokou **úroveň aktivity (EMG) a dominanci excentrických kontrakcí** (při prodlužování svalů) v pomalé rychlosti kontrakcí.

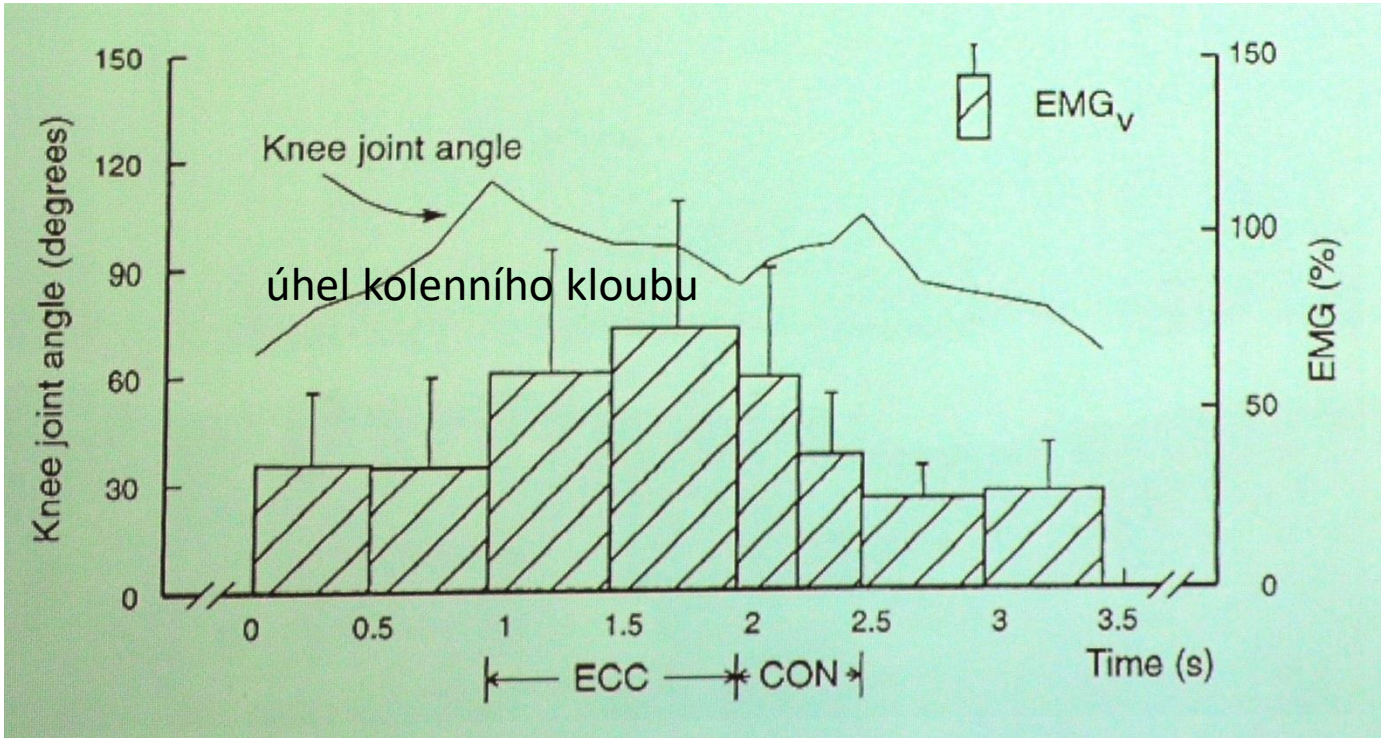




Excentrická práce / koncentrická práce

Berg 1995: Zapojení excentrické svalové práce v obřím slalomu

Úhel kolenního kloubu (ve stupních)



Nervosvalová aktivita (EMG) - % v průběhu oblouku

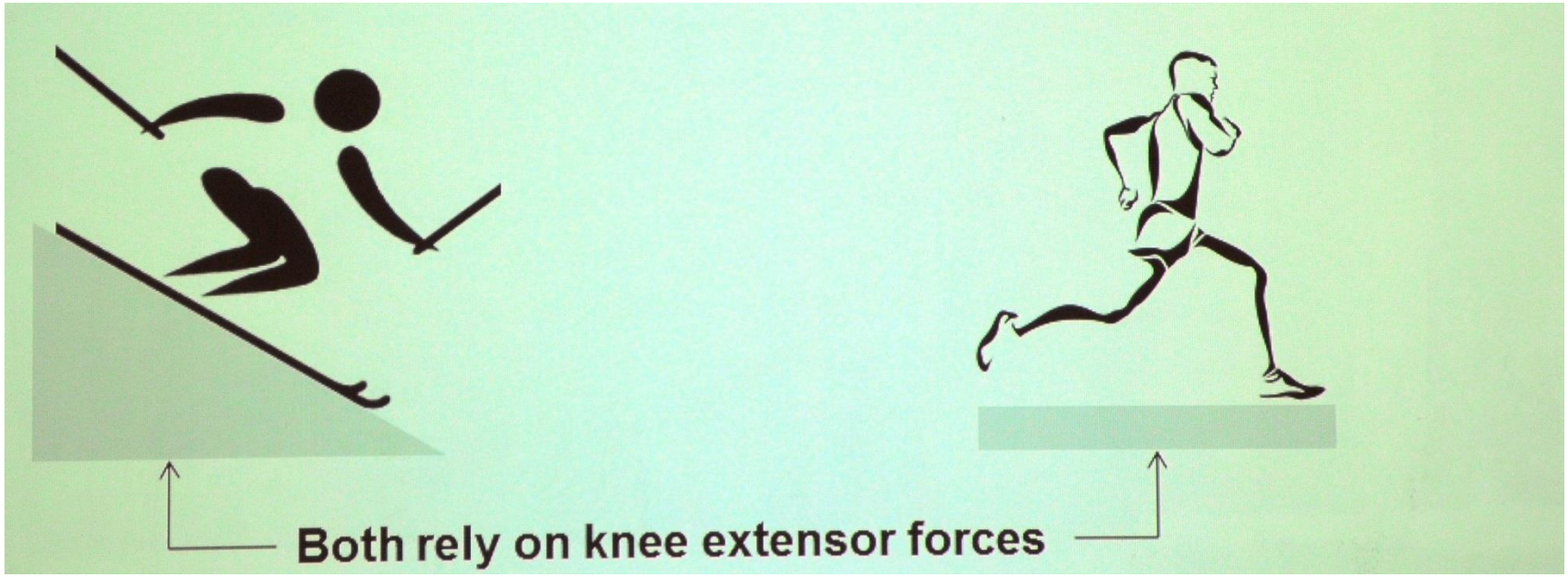
EMG RF outside [%MVC]	47 ±16
EMG RF inside [%MVC]	41±16

Nervosvalová aktivita svalů vnější (outside) a vnitří (inside) nohy

Berg 1995: Aktivita čtyřhlavého svalu s převládající excentrickou svalovou akcí je unikátní vlastnost

Převaha excentrických kontrakcí v alpském lyžování vychází ze zákonů fyziky.

„Excentrická dominance, zákon fyziky,
který řídí sportovní pohyby“



Oba (lyžař i běžec) se opírají o sílu extenzorů kolene

Lyžařský svah – vertikální převýšení

E_{POT} ➡ E_{KIN}

Běh - použití sítě „koncentrických“ svalů

➡ E_{KIN}

„Excentrické svaly“ použité pro brzdění částí těla

Ve srovnání s jinými sporty, kde se sportovci pohybují po horizontální podložce, **lyžaři neřeší** potřebu vytvářet **hnací energii koncentrickou prací.**

Při sjíždění ze svahu lyžaři **generují energii** díky jeho **převýšení**, sklonu a spojitě používají excentrickou kontrakci pro **absorbování kinetické energie.** Během této excentrické svalové kontrakce se šlachy a ploché šlachy (aponeurózy) napínají a ukládají energii. Proto může být **nahromaděná energie pružně uvolněna** (rebound) a tím jsou sníženy energetické požadavky.

Využití kinetické energie prostřednictvím kontroly excentrické svalové aktivity je **vlastní princip sjezdového lyžování.**

Berg 1995: Aktivita čtyřhlavého svalu s převládající excentrickou svalovou akcí je unikátní vlastnost

„Pomalé kloubní úhlové pohyby – alpské lyžování není explosivní sport?“

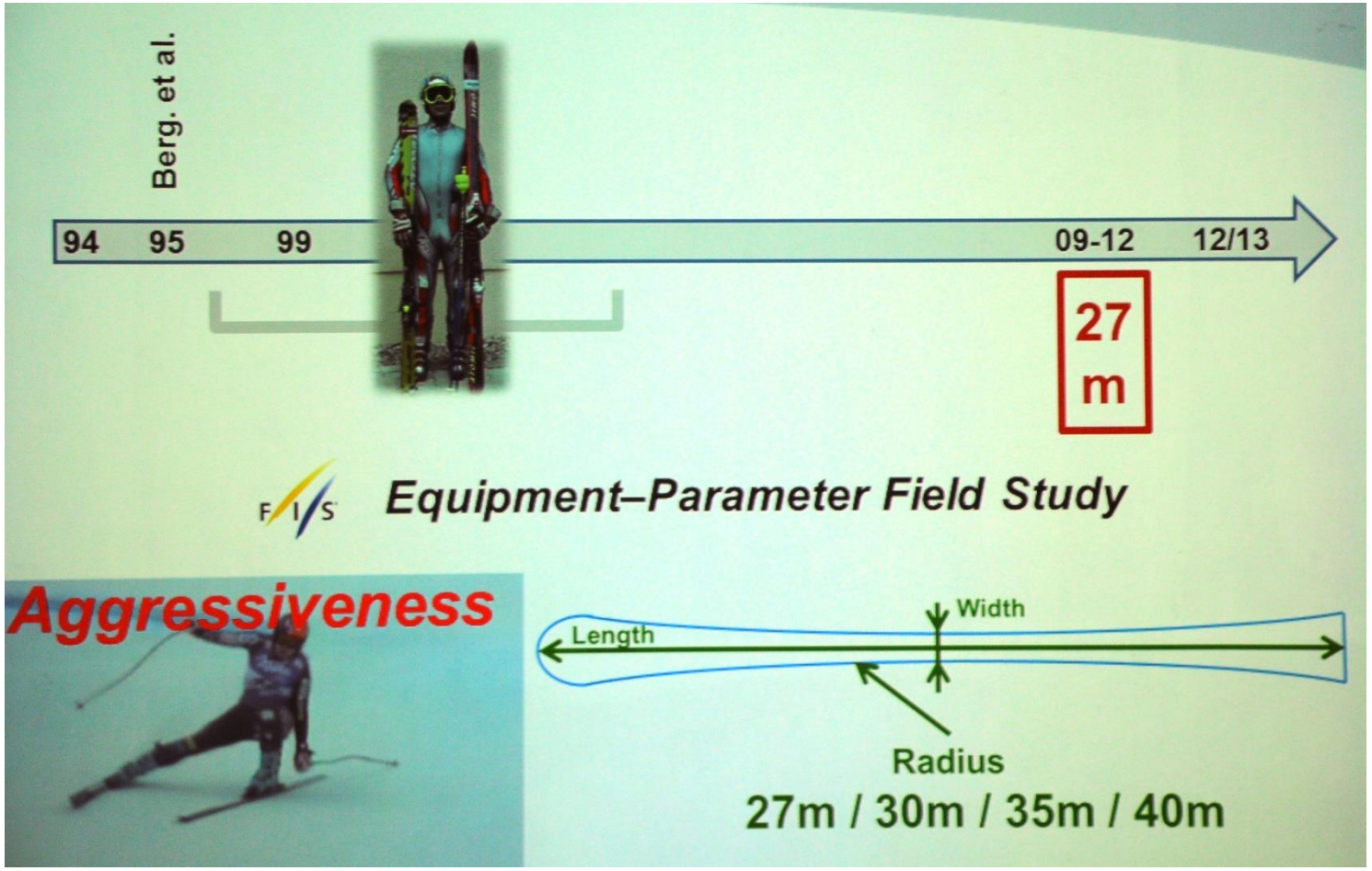
Přes 1 sec / 70% nervosvalové aktivity v oblouku je v režimu excentrické práce, což znamená nejvyšší zatížení čtyřhlavého svalu

Cycle Time [s]	3.5 ±0.6
Eccentric Outside [s]	1.02
Concentric Outside [s]	0.51
Knee max1 [°]	114 ±9
Knee min1 [°]	86 ±6
Knee max2 [°]	104 ±6
Knee min2 [°]	72±6
Knee vel. ecc [°/s]	30±4
Knee vel. con [°/s]	38±4
EMG vastii ecc [%MVC]	67 ±35
EMG vastii con [%MVC]	48 ±24
EMG vastii outside [%MVC]	58 ±29
EMG vastii inside [%MVC]	30 ±17
EMG RF outside [%MVC]	47 ±16
EMG RF inside [%MVC]	41±16

- Zdá se, že závěry Berga a kol. mají obecnou platnost do teď.
- Nicméně, **aktuální údaje by mohly poskytnout dodatečné cenné informace.** Zejména skutečnost,

  že studie Berga a kol. nepopsala vnější zatížení (reakční síly podložky) během zatáčení je částečně omezujícím faktorem pro komplexní popis svalové kontroly.
- Proto hlavním cílem této přednášky je **srovnání dat od Berga a kol. s aktuálními údaji z obřího slalomu z pohledu svalové kontroly**. Dále bylo provedeno srovnání dvou rozdílných režimů reakce lyží a sněhu.

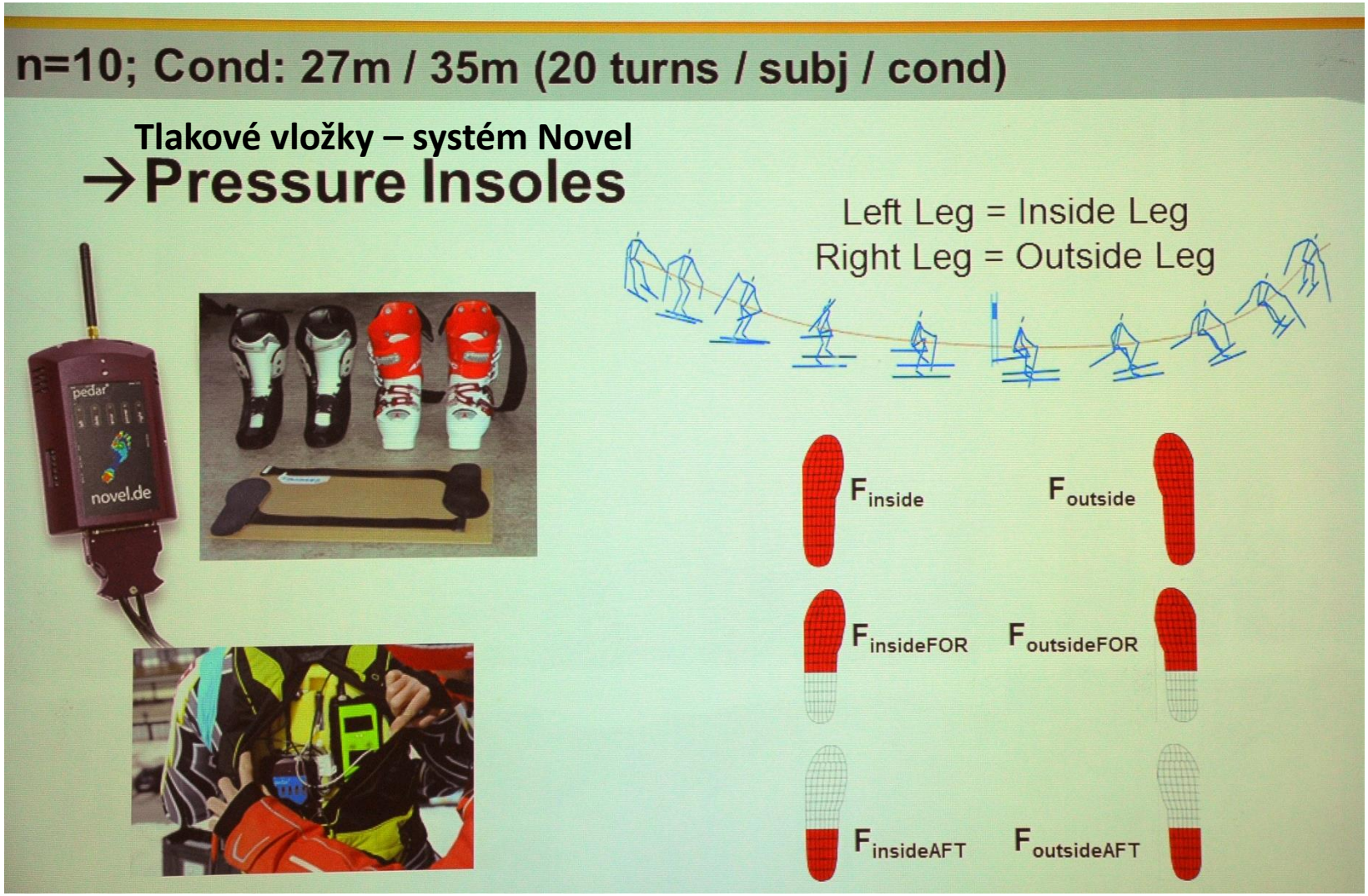
Změny poloměru lyží
lyže s poloměrem 27 m jsou **agresivnější**



- Vycházeje z nedávné změny materiálových pravidel FIS byly porovnány **údaje z jízd na lyžích o poloměrech 27 a 35 metrů.** Reakční síly na podložce, kinematika (úhly v kloubech kolenních a kyčelních) a svalová aktivita (EMG) dolních končetin byly sledovány pro aktuální zjištění relativně komplexního popisu svalové kontroly.
- Obecně **byla sledována převaha pomalých** prodlužujících **(excentrických) kontrakcí** u čtyřhlavého svalu stehenního **při použití současné výzbroje** (podle očekávání).
- Navíc **nové údaje odhalují charakteristické rysy specifických svalů**, což by mělo pomoci **najít cvičení pro závodníky v odpovídajících režimech.**
- Kromě toho nové údaje rovněž posilují obecné **porozumění interakci člověk-lyže-sníh**

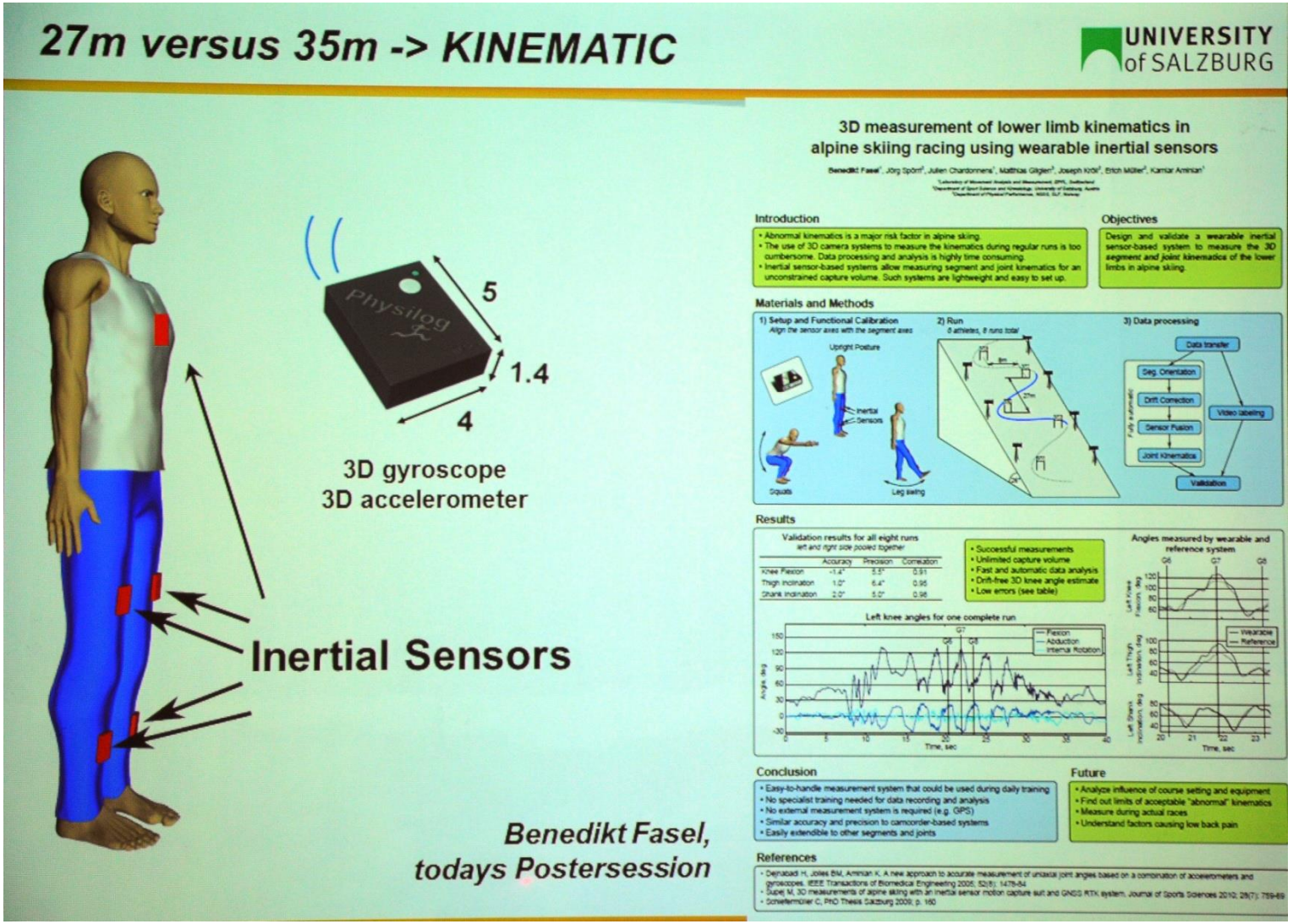
Studie kinetiky oblouků s lyžemi R 27 a R 35 m

10 jezdců, 20 oblouků



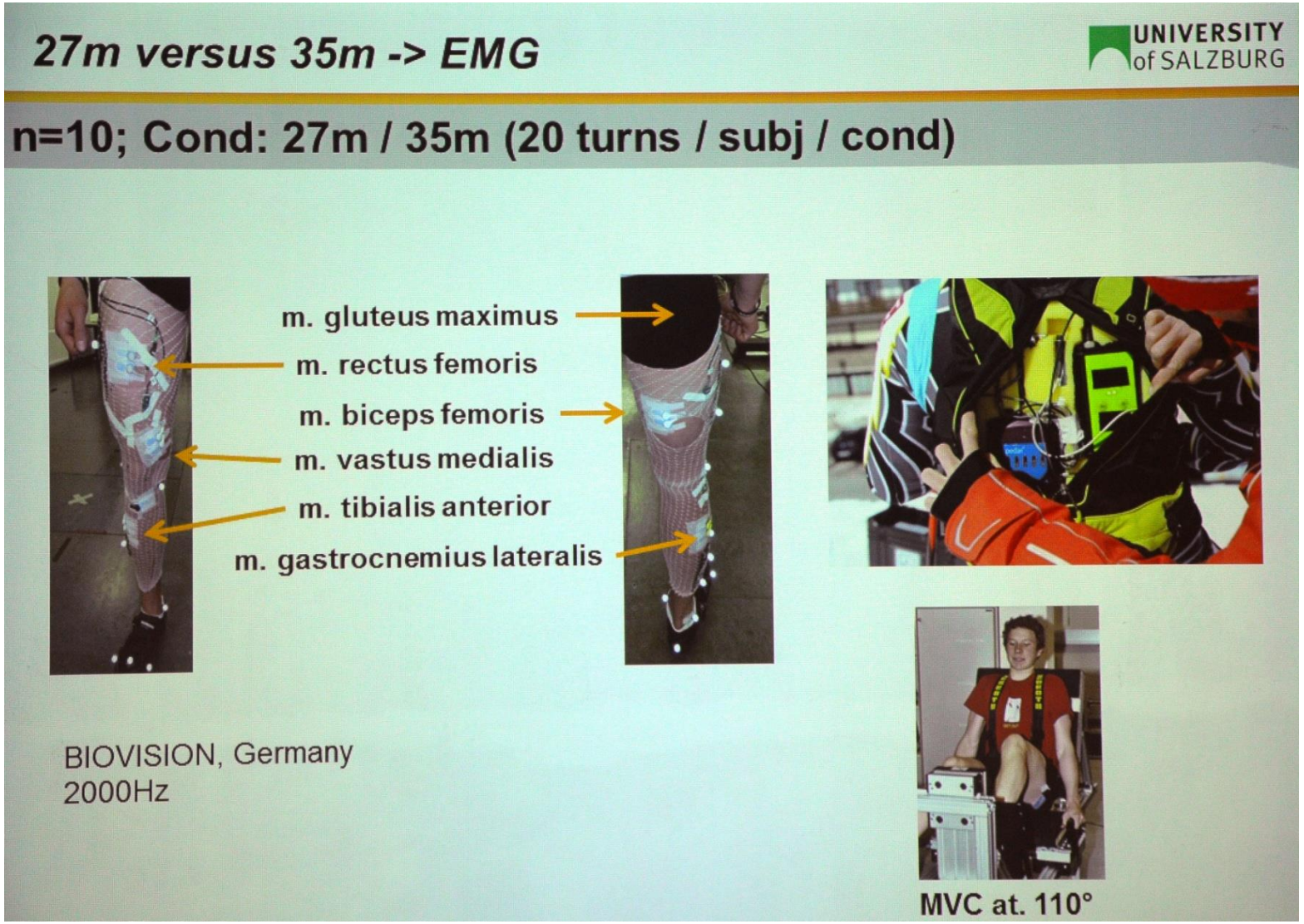
Kinematika

3D gyroskopy, 3D akcelerometry, inerciální čidla



EMG – měření nervosvalové aktivity

Připojení čidel elektromyografie



Struktura dvou oblouků v % jejich délky

Zahájení 1

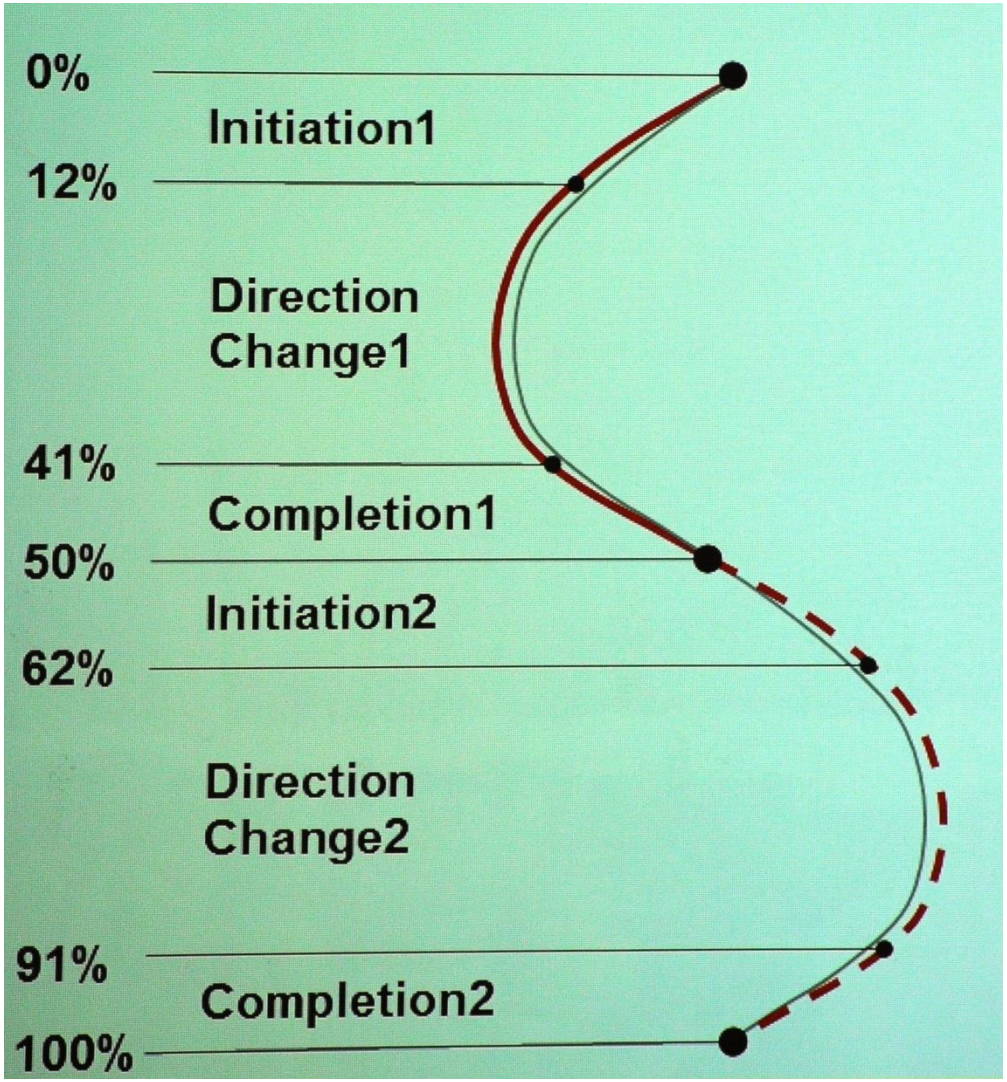
Změna směru 1

Zakončení 1

Zahájení 2

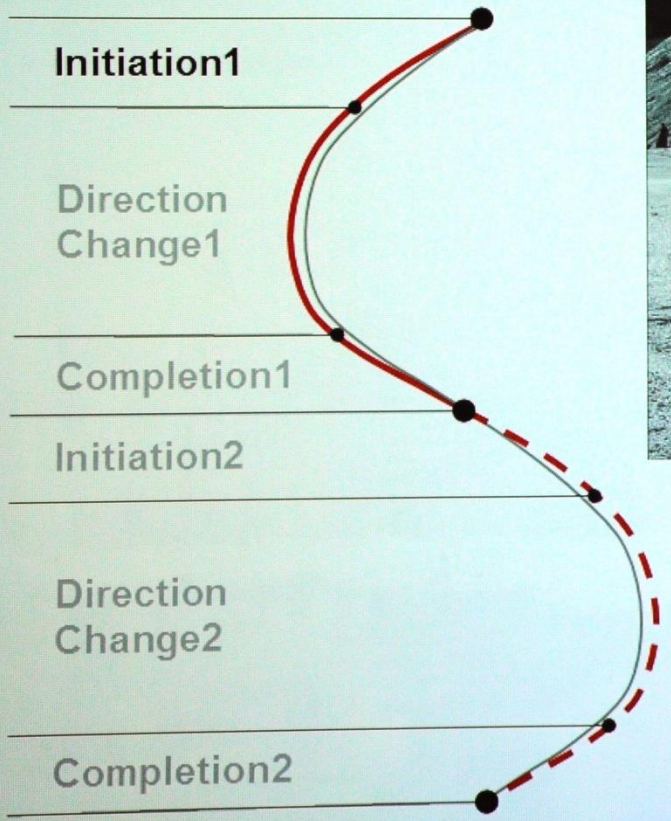
Změna směru 2

Zakončení 2



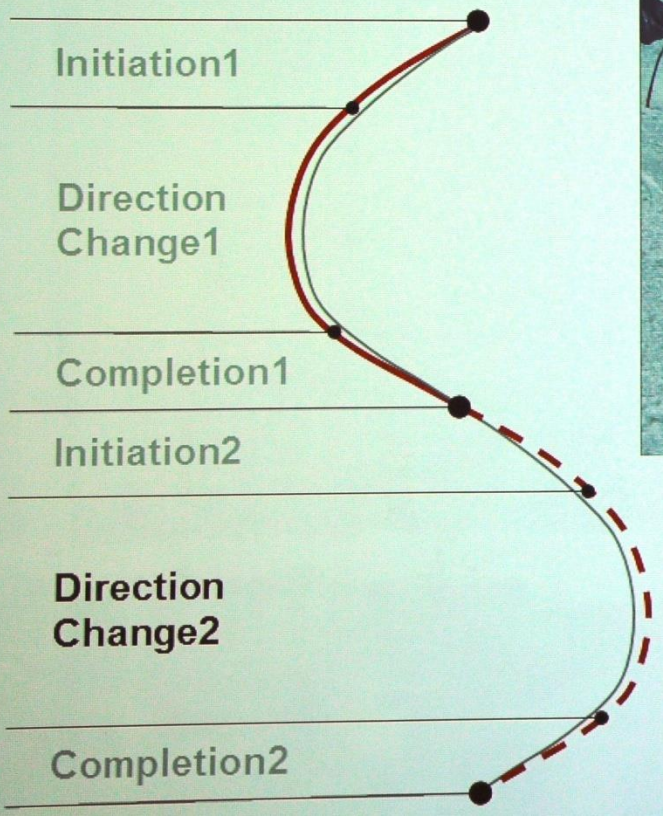
Turn Cycle Structure (Spörri, J., et al. 2012 Int J Sport Sci Coach)

UNIVERSITY of SALZBURG



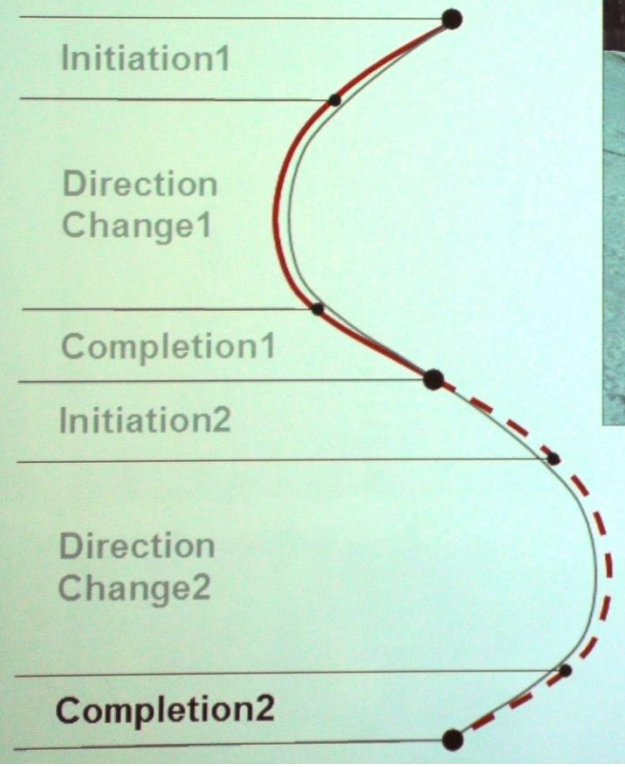
Turn Cycle Structure (Spörri, J., et al. 2012 Int J Sport Sci Coach)

UNIVERSITY of SALZBURG



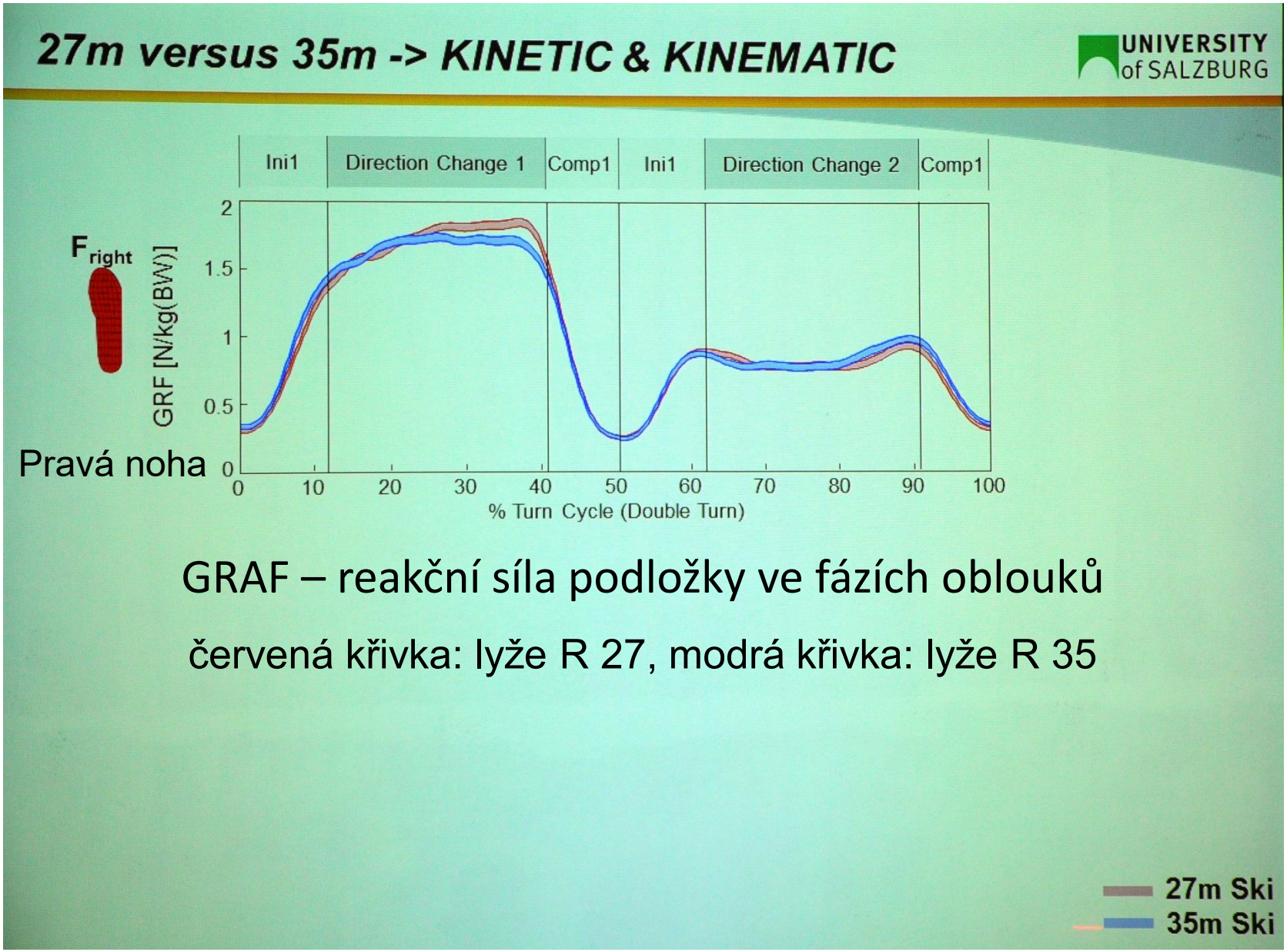
Turn Cycle Structure (Spörri, J., et al. 2012 Int J Sport Sci Coach)

UNIVERSITY of SALZBURG



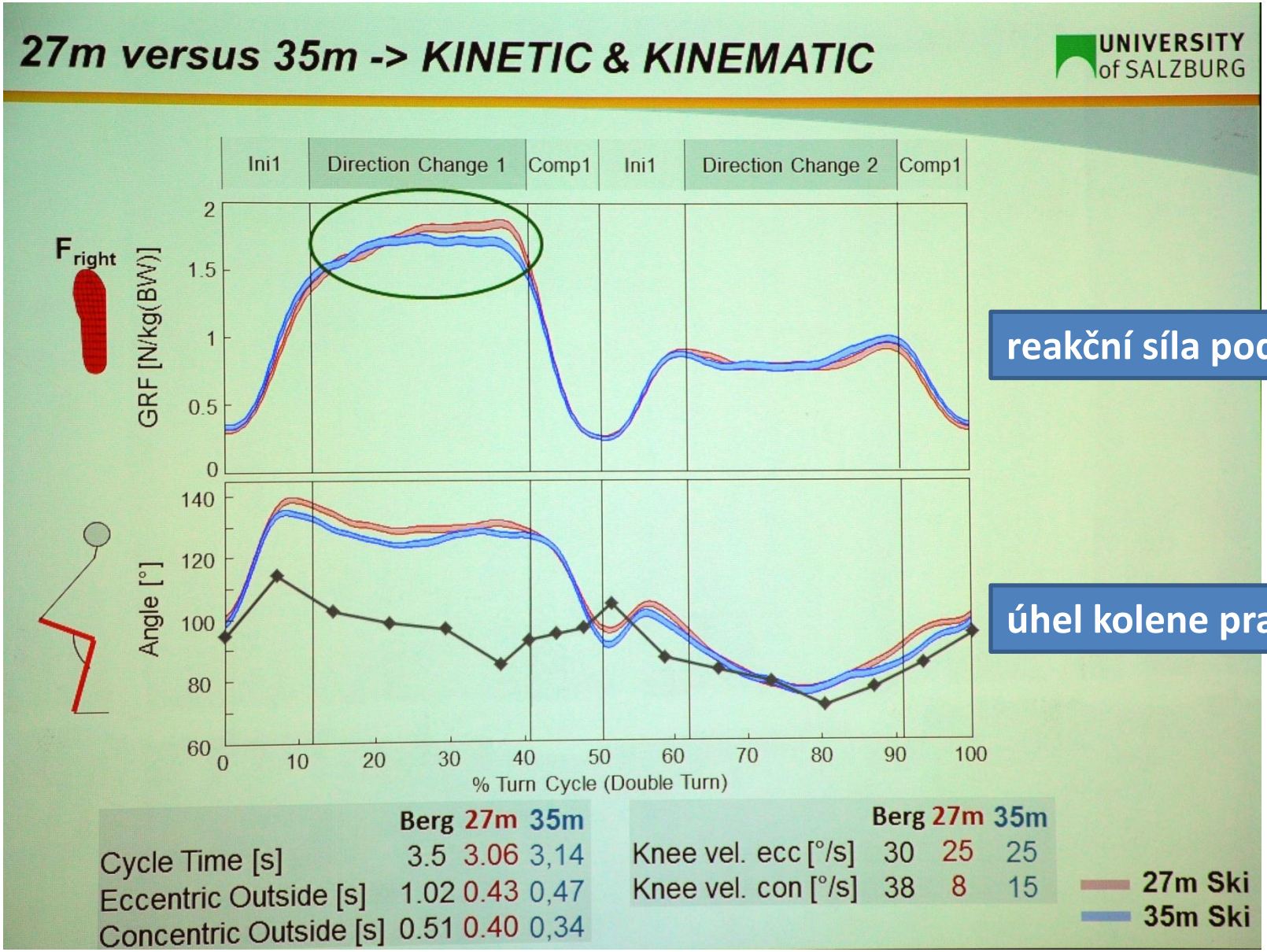
Poznámka: Způsob přechodu z oblouku do oblouku pomocí krčení nohou

Kinetika a kinematika



GRAF – reakční síla podložky ve fázích oblouků

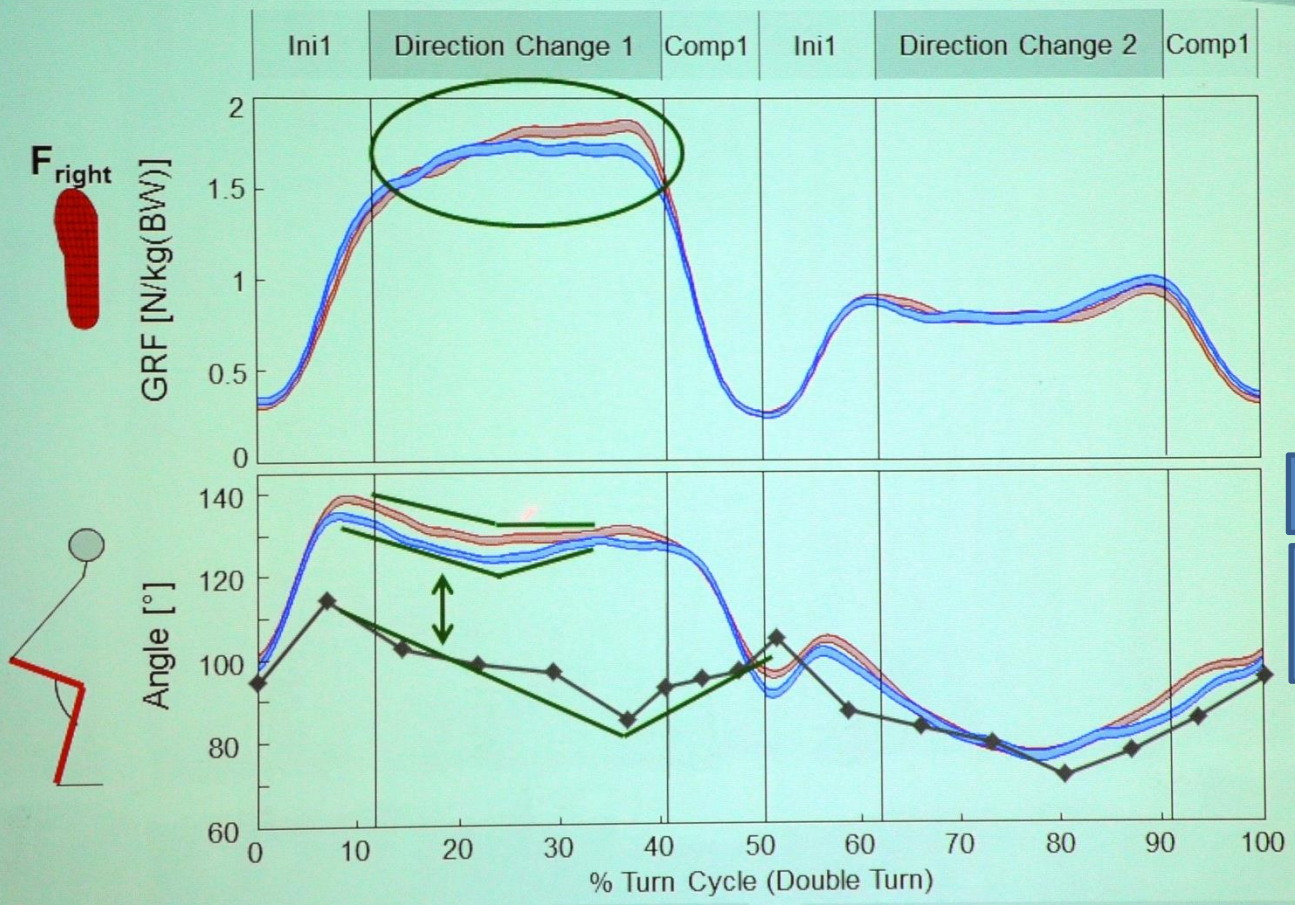
červená křivka: lyže R 27, modrá křivka: lyže R 35



porovnání časových a úhlových údajů z měření Berga x R27 x R35

27m versus 35m -> KINETIC & KINEMATIC

UNIVERSITY of SALZBURG



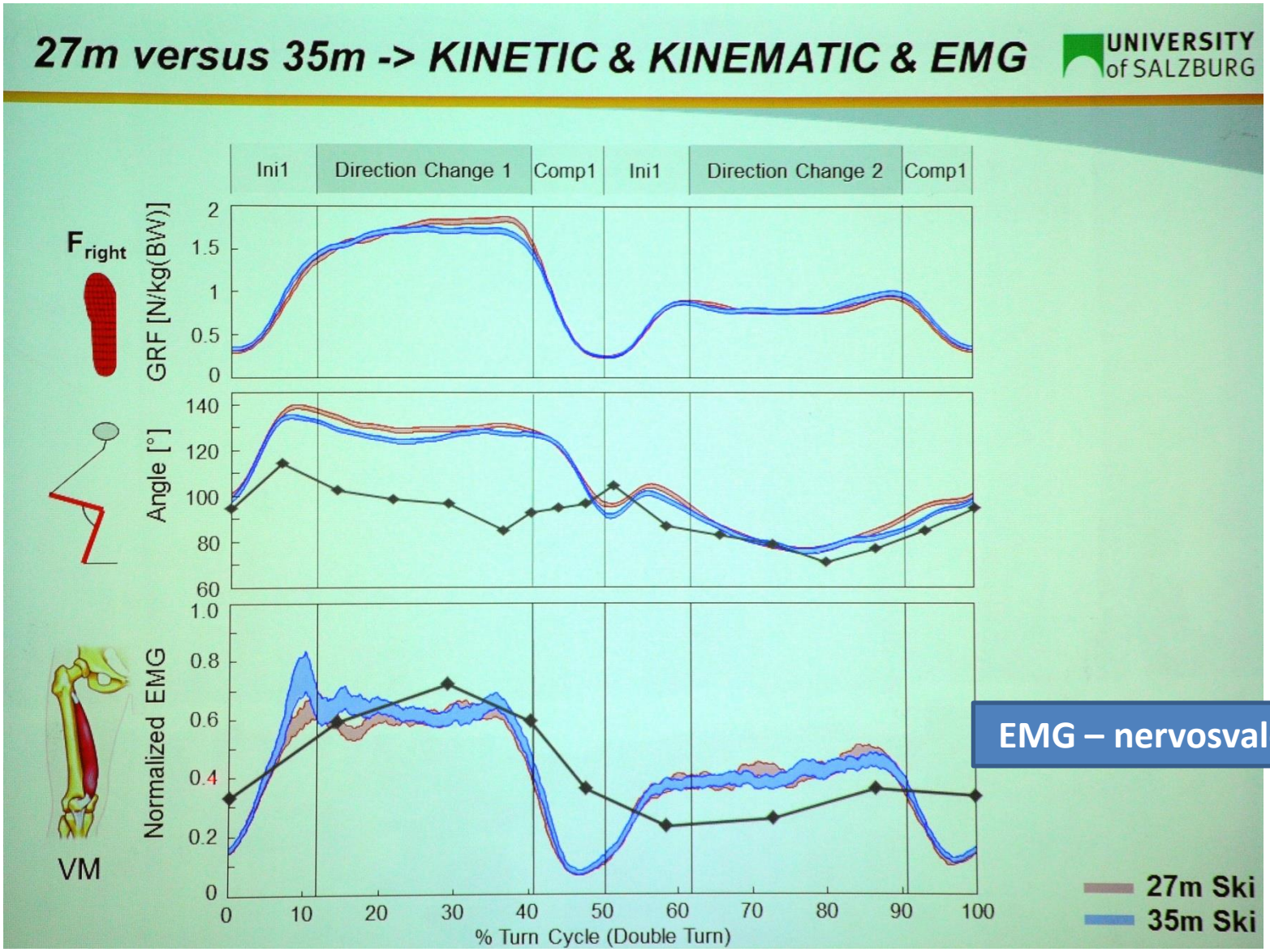
úhel kolene pravé nohy

Znázorněno schematicky - zeleně

	Berg	27m	35m
Cycle Time [s]	3.5	3.06	3,14
Eccentric Outside [s]	1.02	0.43	0,47
Concentric Outside [s]	0.51	0.40	0,34

	Berg	27m	35m
Knee vel. ecc [°/s]	30	25	25
Knee vel. con [°/s]	38	8	15

27m Ski
35m Ski

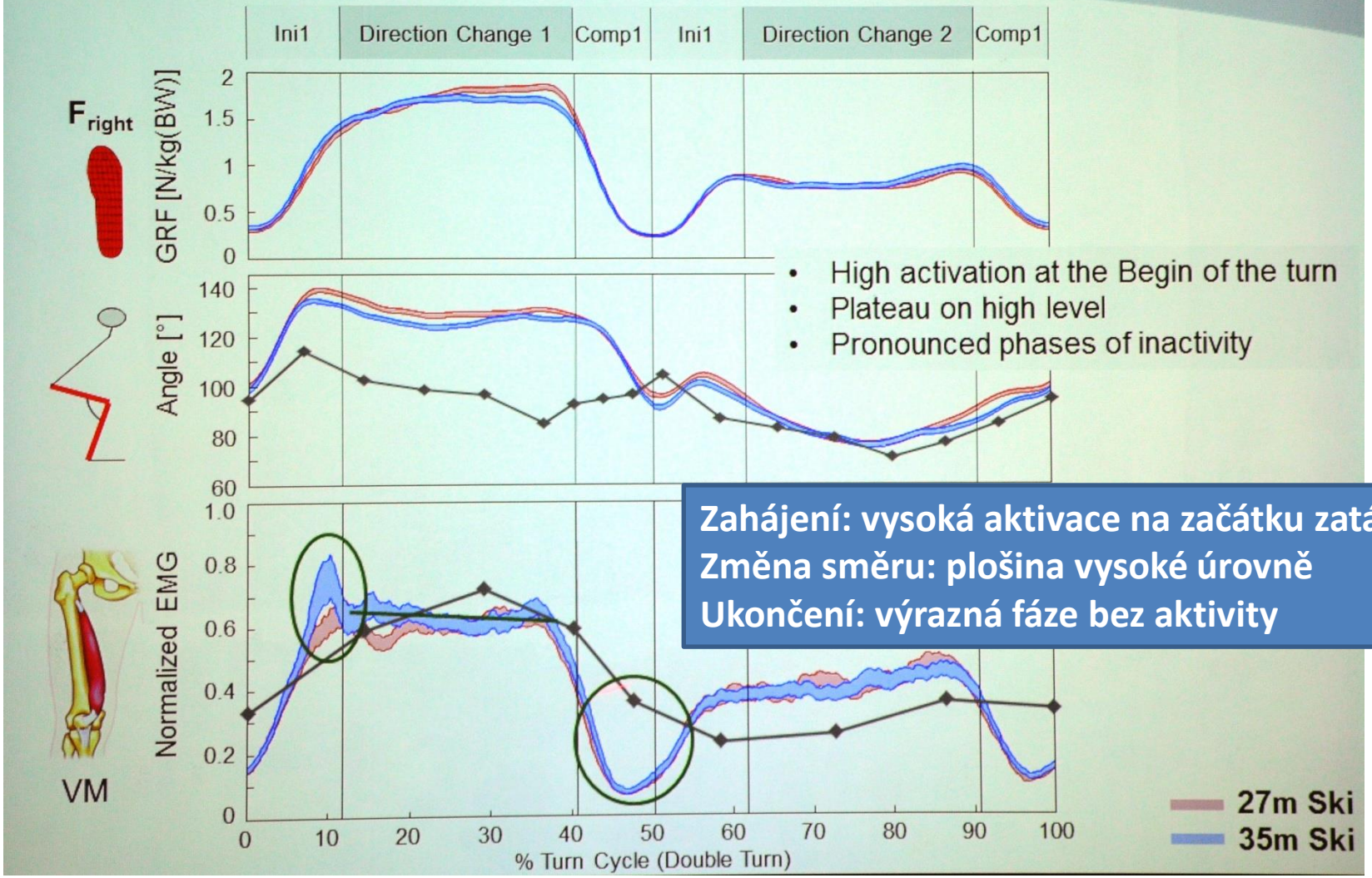


EMG – nervosvalová aktivita

VM – vnitřní hlavy čtyřhlavého svalu

27m versus 35m -> KINETIC & KINEMATIC & EMG

UNIVERSITY of SALZBURG

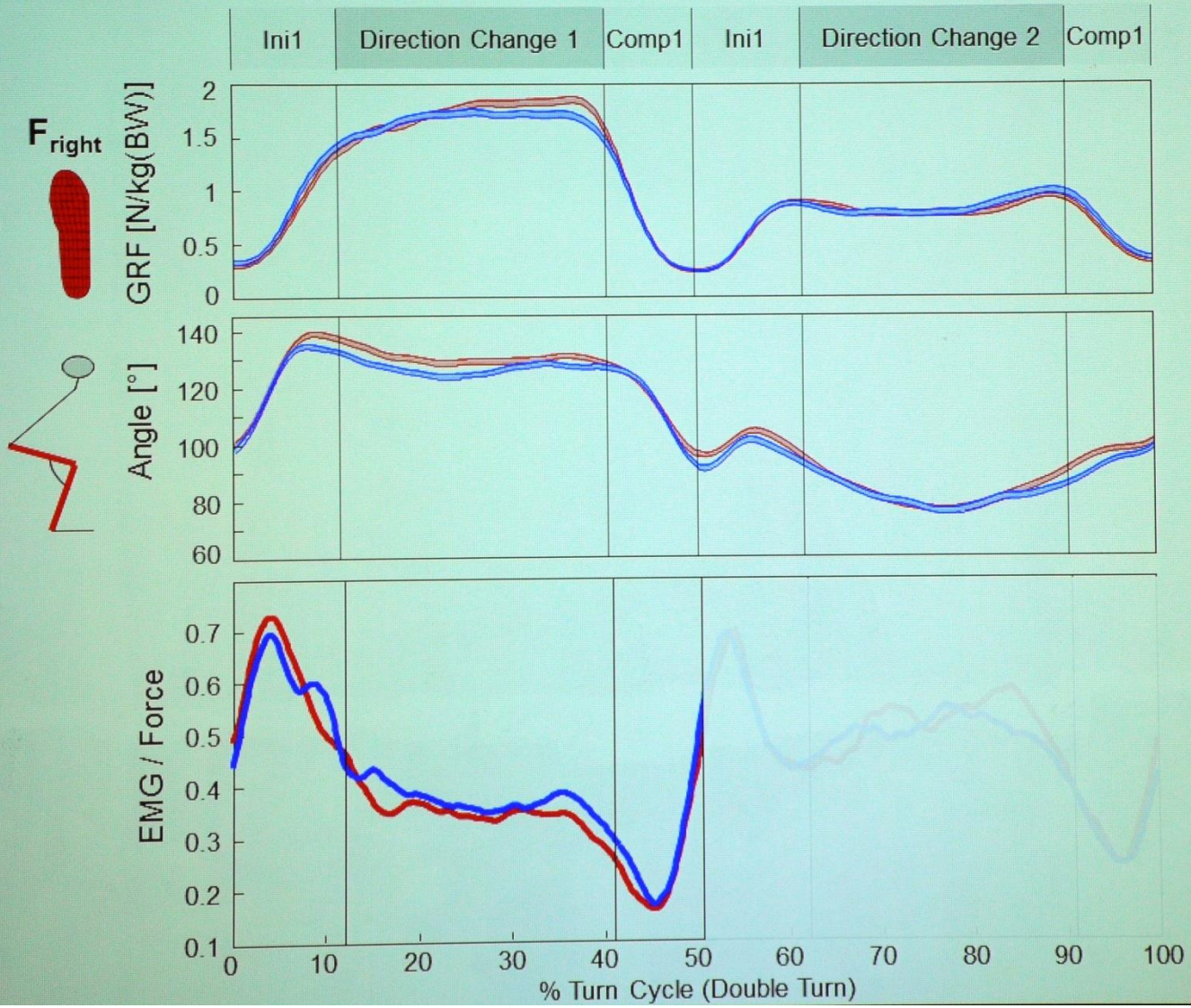


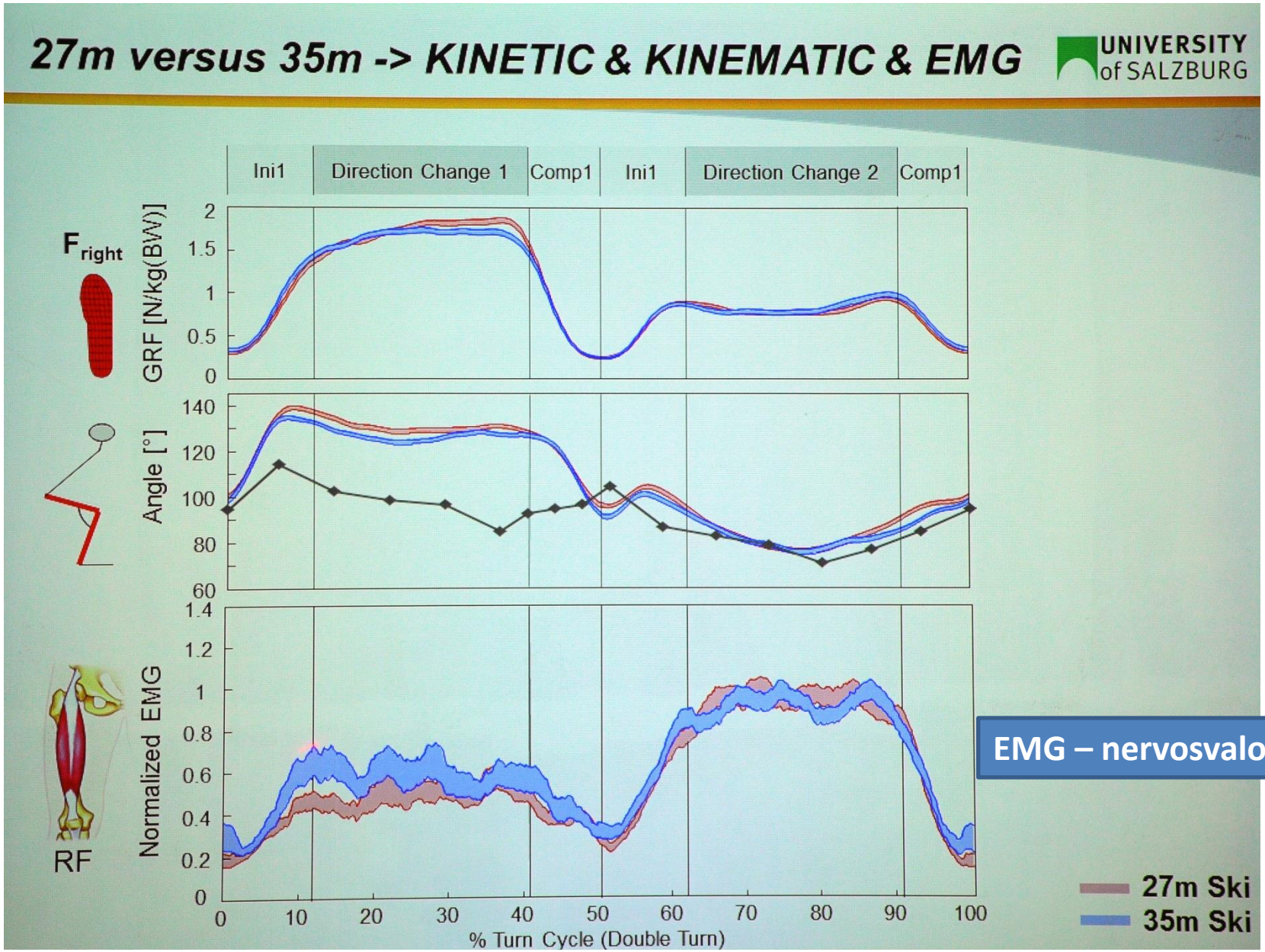
- High activation at the Begin of the turn
- Plateau on high level
- Pronounced phases of inactivity

Zahájení: vysoká aktivace na začátku zatáčení
Změna směru: plošina vysoké úrovně
Ukončení: výrazná fáze bez aktivity

27m versus 35m -> KINETIC & KINEMATIC & EMG

UNIVERSITY of SALZBURG

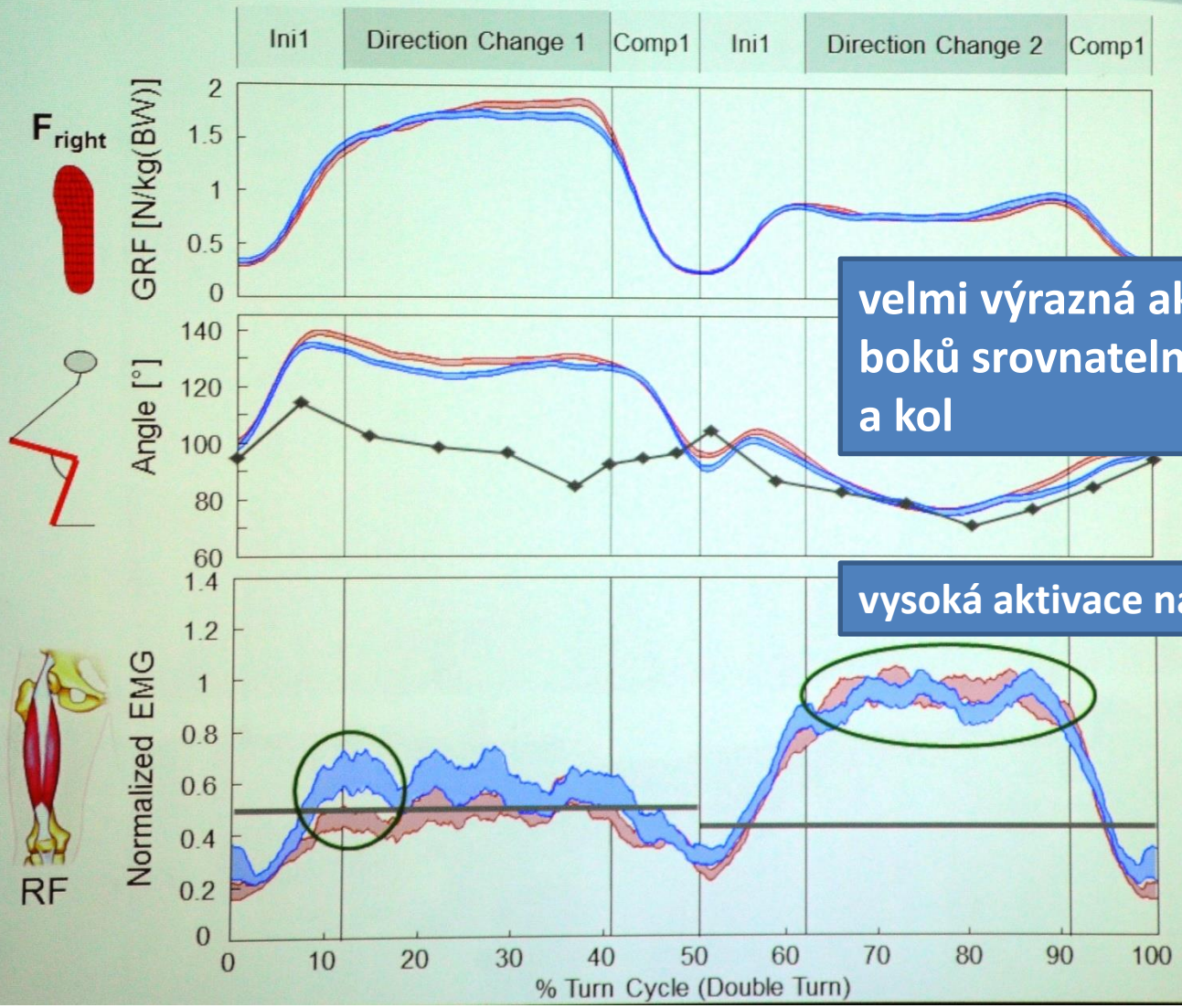




Změna u svalu: přímá hlava čtyřhlavého svalu

27m versus 35m -> KINETIC & KINEMATIC & EMG

UNIVERSITY of SALZBURG



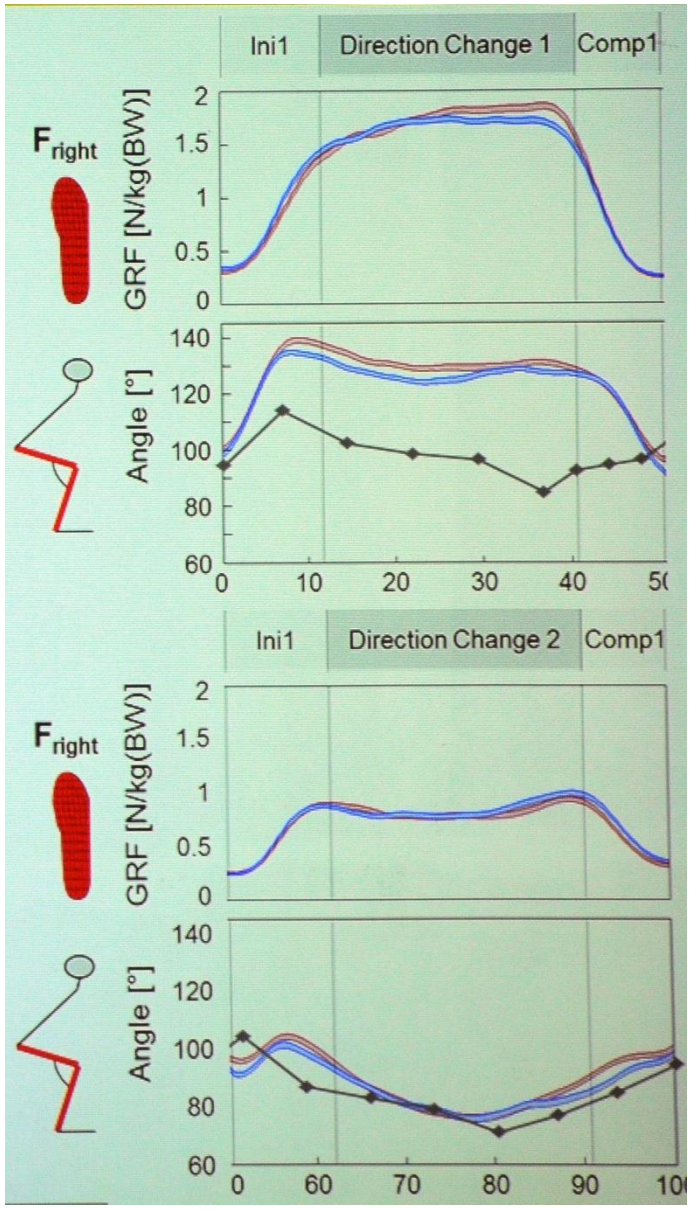
velmi výrazná aktivita v ohnutí boků srovnatelná s Bergem a kol

vysoká aktivace na začátku zatáčení

Porovnání 27 M proti 35 M a proti Berg 1995

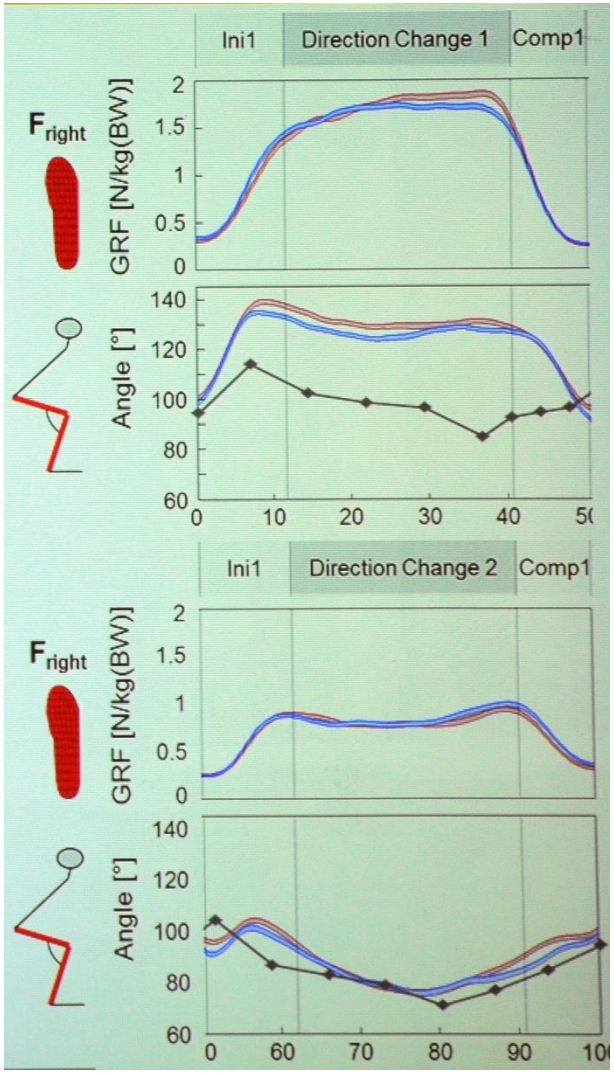
Vnější noha:
• velký úhel kolene
•„pomalý“ excentrický pohyb
• 27m lyže: téměř izometrická MTU situace před uvolněním tlaku
• 35m lyže: tendence ke koncentrické MTU akci před uvolněním tlaku
(MTU = „tlumič v sérii s pružinou“)

Vnitřní noha:
excentrická – koncentrická svalová akce
malý úhel kolene – 1 BW zátěž



u vnější nohy:
M tvar je méně podobný k Bergovi

u vnitřní nohy:
M tvar je srovnatelný s Bergem



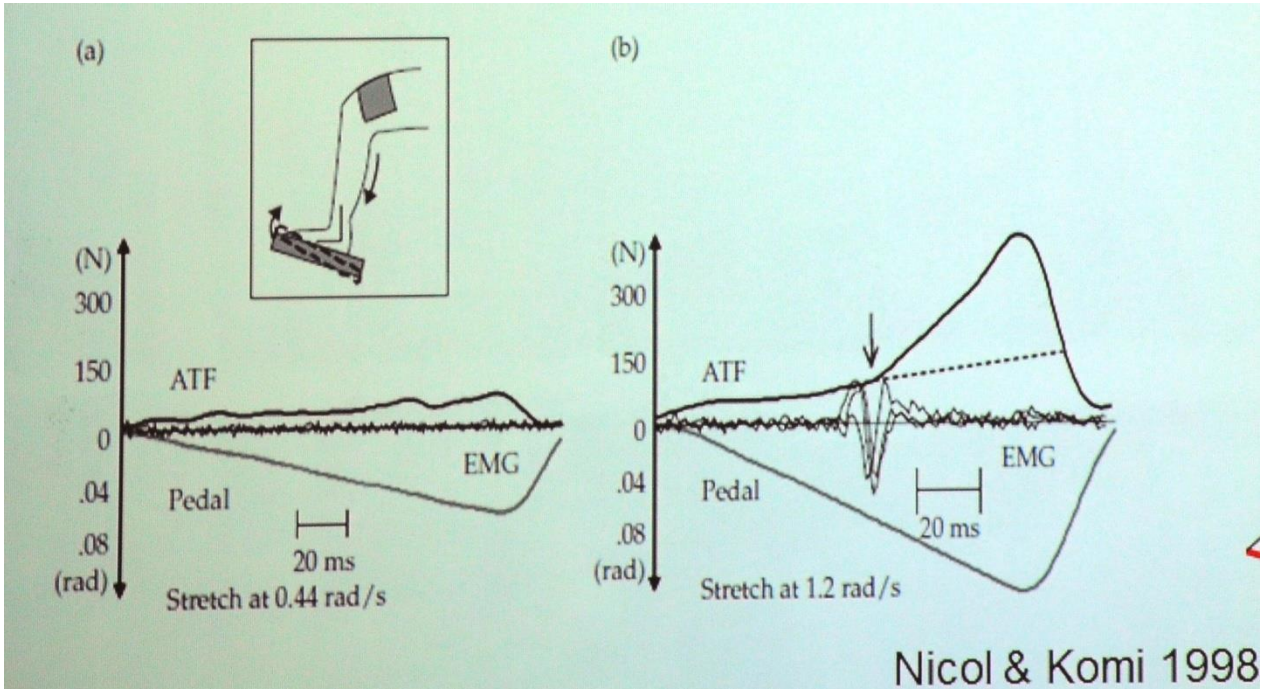
(M tvar = spojování excentrické a koncentrické fáze)

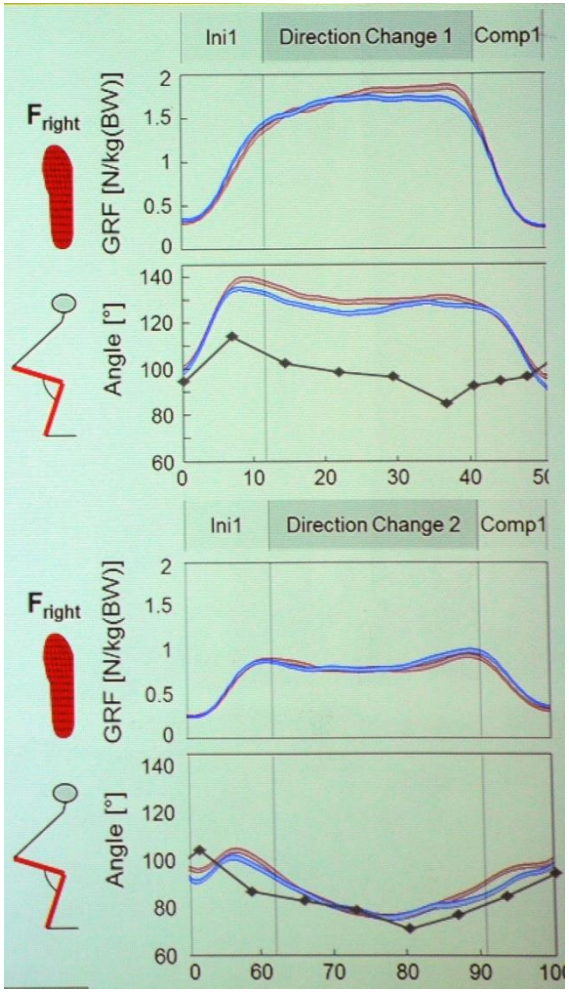
SSC a zpětná energie v alpském lyžování

SSC - Stretch shortening cycle (cyklus zkracování a prodlužování svalu)

SSC zesílení

- předaktivace svalů
- okamžitý přechod od excentrické ke koncentrické práci
- krátká a rychlá excentrická fáze

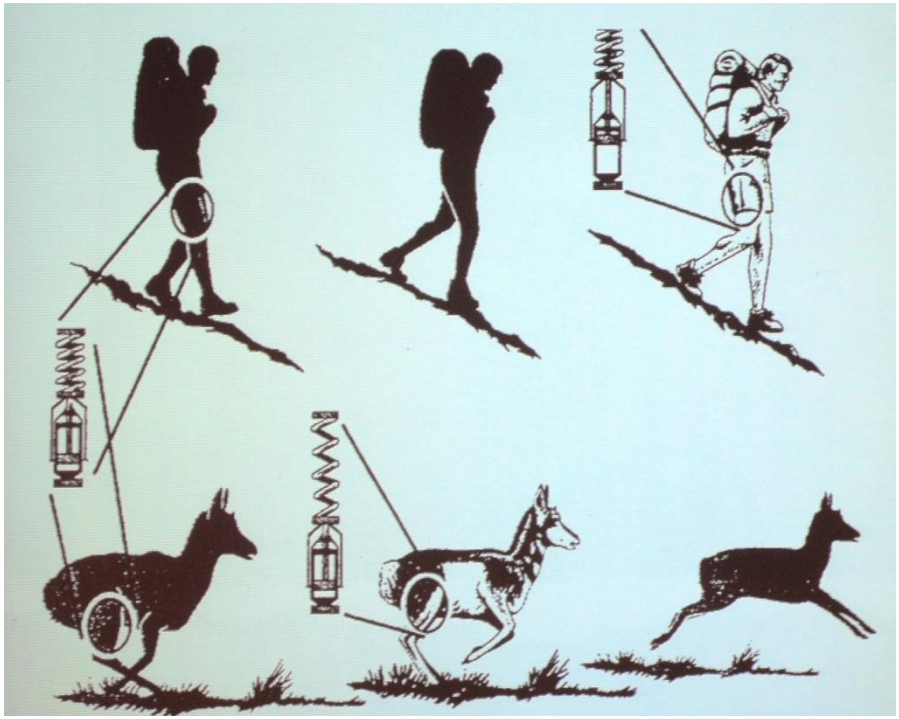


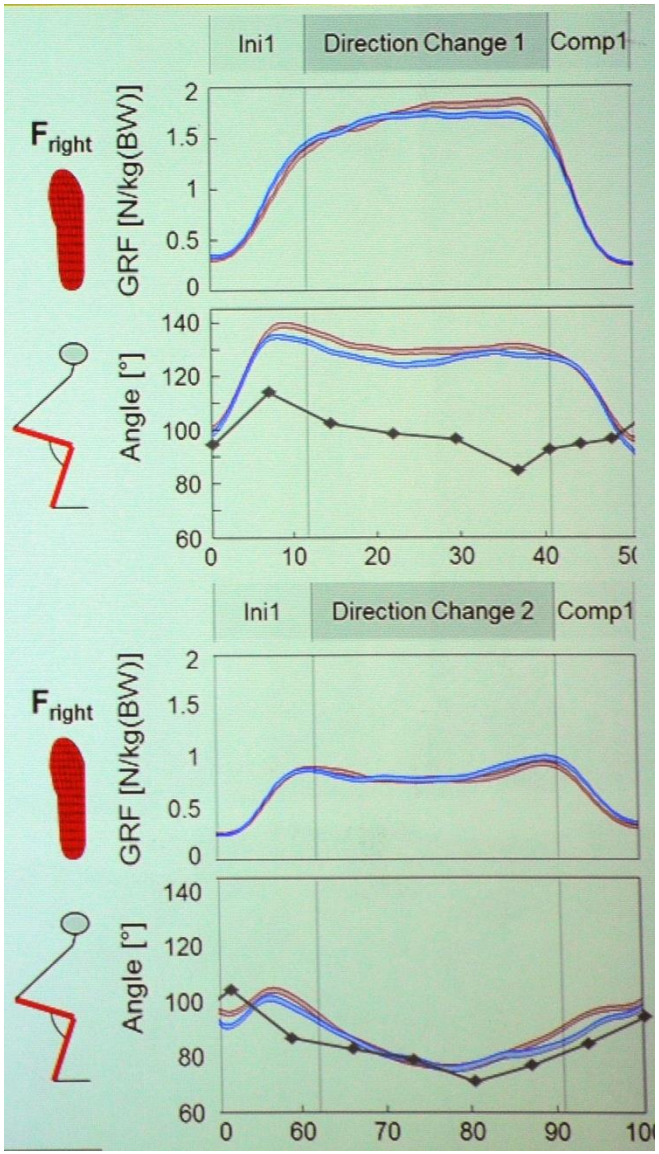


SSC a zpětná energie v alpském lyžování

Elastický „zpětný ráz“

(MTU = „tlumič v sérii s pružinou“)

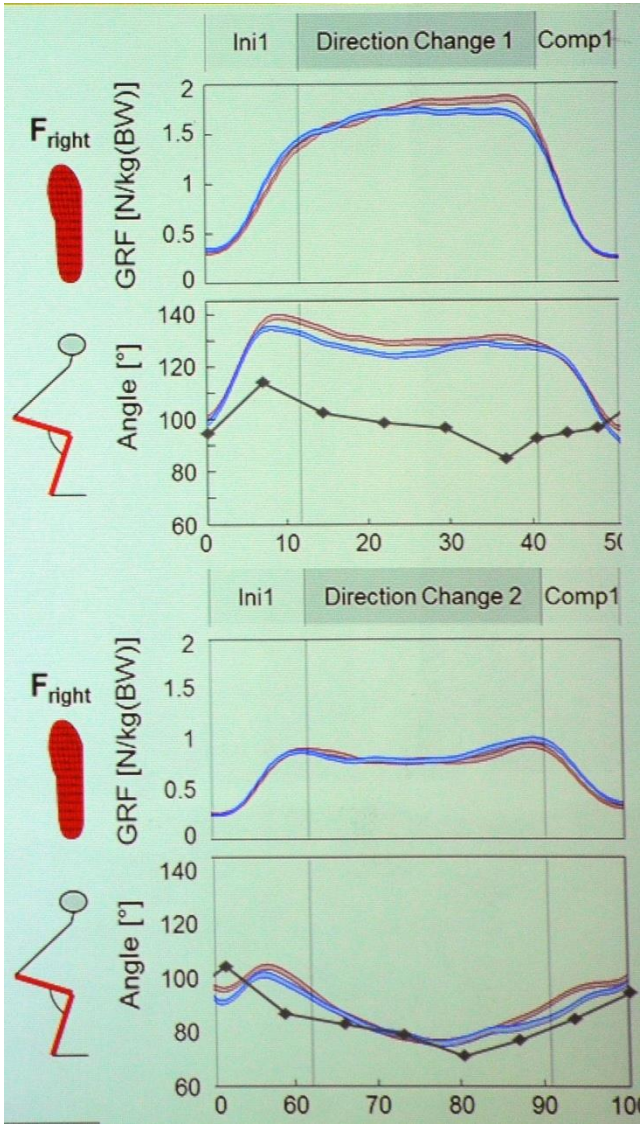




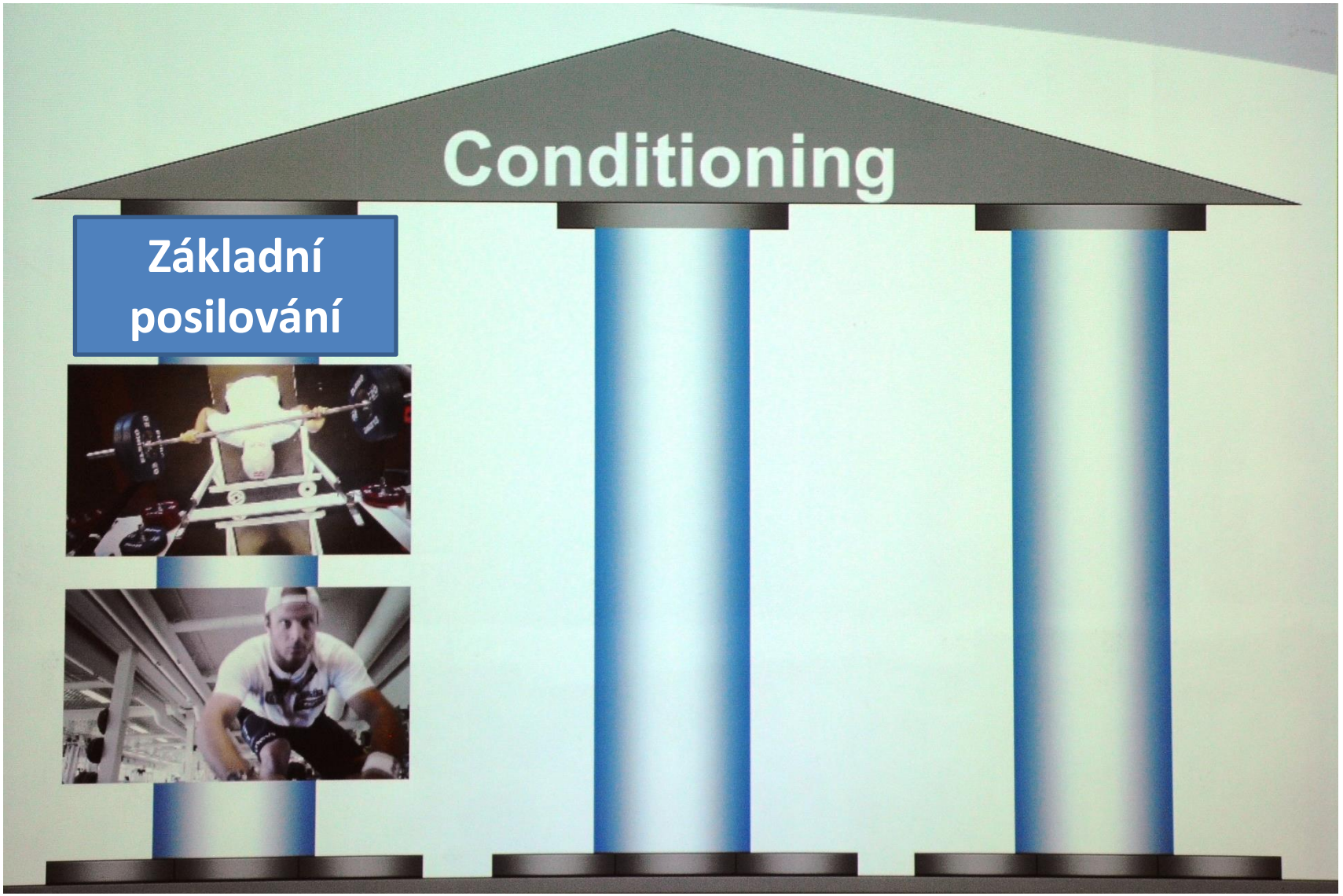
Co s tím/ jak to učit?

Alpské lyžování má velmi unikátní vlastnosti v oblasti svalové kontroly v porovnání s jinými sporty:

- velmi velké a „téměř statické“ brzdění částí těla s vysokými nároky na neuronální kontrolu
- specifika v podmínkách koordinace pohybů sjezdaře



Základ pro diskuzi o kondiční přípravě sjezdaře



Conditioning

Základní posilování

Specifické posilování

???

Excentrické kolo s modifikovanými délkami pedálů.

Conditioning

Základní posilování

Specifické posilování

Excentrické kolo s modifikovanými délkami pedálů.

Stehenní svaly mokrosaře pracují velmi podobně jako svaly sjezdaře (SSC)

Conditioning

Základní posilování

Specifické posilování

Excentrické kolo s modifikovanými délkami pedálů.

Na sněhu

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