

Москва
2 Октября 2015г.

Тренировки элитных лыжников: научные и практические знания

Ханс-Кристер Холмберг (H-C Holmberg)

Шведский научно-исследовательский центр зимних видов спорта

Эстерсунд (Östersund)

Mid Sweden University

16000 студентов (6000 в Эстерсунде)



Olympic Research & Development Centre



SVERIGES OLYMPISKA
KOMMITTÉ



Hub



Атлеты

Тренеры

Трансляторы

Исследователи

Sveriges guldfabrik

FORSKNING I FRAMKANT
Sverige får stora framgångar i Vancouver. En av hemligheterna bakom skörden av OS-medaljer är Nationellt vintersportcentrum i Östersund. SvD har besökt guldfabriken.

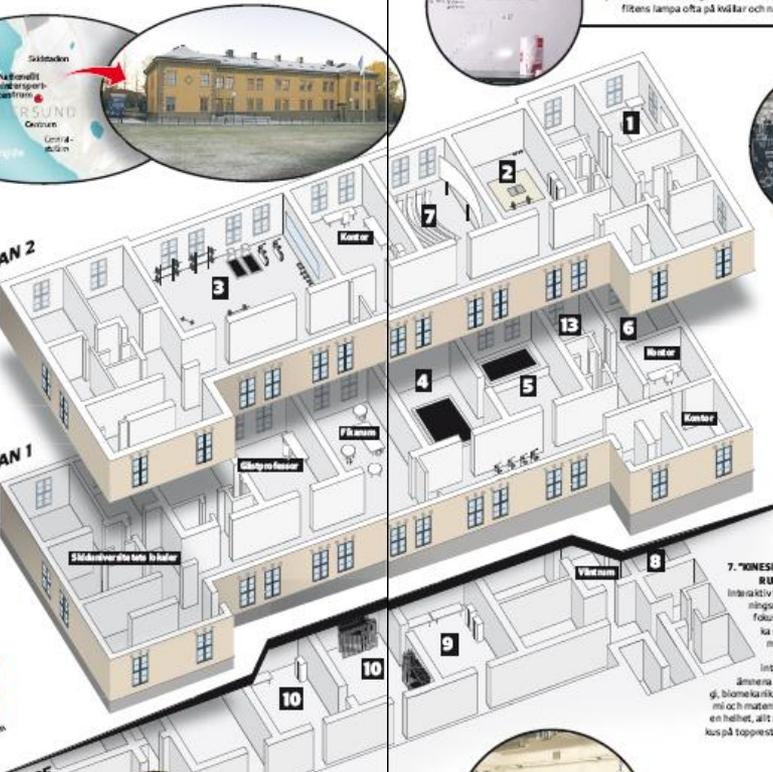
ÖSTERSUND! A4s gamla lokaler på Campus området har byggdäckare, skidskyttar, alpinister och skridskoåkare förberett sig för OS. Här i världens mest välutrustade forsknings- och utvecklingscenter på området, har svenska elit- och ungdoms- och skidåkare, skidåkare, skidskyttar, alpinister och skridskoåkare förberett sig för OS. Här i världens mest välutrustade forsknings- och utvecklingscenter på området, har svenska elit- och ungdoms-

såväl de fysiska som projektet bidragit till är omöjligt att säga. Men en sak är klar: projektet har skapat en sammanhållning och en utvecklingsplan av svenska skidsportskidning ligger i framkant. "Vår roll har varit att skapa förutsättningar, att optimera möjligheterna. I slutändan är det ändå de aktiva som med hjälp av sina tränare presterat fantastiska resultat i OS. Helt enkelt skapar resultatet fortsätter HC som också har uppdrag att för Sveriges olympiska kommitté riktning att utveckla långtidsskidning.

Nationellt vintersportcentrum är idag en del av Mittuniversitetet med SOK, Hälso- och Högskolens idrottsförbund, Landslaget och Östersunds kommun som partners. Samarbetet med Skid- och Skidskytteförbundet är en förutsättning. Sedan 2001 har närmare 40 miljoner kronor investerats via offentliga medel, EU-bidrag och privata finansiering. Hälften av bidraget under de fyra åren ska gå till utvecklingen av detta centrum. Centret har blivit ett utmärkt mötesplat för forskare och idrottare samt sedan ett par veckor, OS-medaljörer.

JRISTOPHER GUSTAVSSON 08 13 15 15, vintervägar och skidspår i Östersund. Redan vid OS 2006 fanns projektet i plan. Spurtstämningen Björn Lind avände när han vann två sprintfinaler "uppfyllande" här.

11. GÅRDEN
450 meters skidspår i en åtta med fyra pucklar, med bro och tunnelar. Används av elitåkare, skiduniversitetet och vanliga medlemmar. Kläsbytt eller skate från december till april. Forskning eller ordinarie motion.



12. VALLA-LASTBIL
Skidförbundets specialbyggda och dygnet runt mer än 100 meter långa lastbil utrustad för elit- och ungdoms- och skidåkare, skidåkare, skidskyttar, alpinister och skridskoåkare förberett sig för OS. Här i världens mest välutrustade forsknings- och utvecklingscenter på området, har svenska elit- och ungdoms-

11. GÅRDEN
450 meters skidspår i en åtta med fyra pucklar, med bro och tunnelar. Används av elitåkare, skiduniversitetet och vanliga medlemmar. Kläsbytt eller skate från december till april. Forskning eller ordinarie motion.

12. VALLA-LASTBIL
Skidförbundets specialbyggda och dygnet runt mer än 100 meter långa lastbil utrustad för elit- och ungdoms- och skidåkare, skidåkare, skidskyttar, alpinister och skridskoåkare förberett sig för OS. Här i världens mest välutrustade forsknings- och utvecklingscenter på området, har svenska elit- och ungdoms-



1. BRÅNSTORMINGGRUM
Inga idéer är för dåliga i denna interaktiva miljö där espressomaskinen har en central roll. Skåpar, artiklar och idler trängs på den 8-9 meter långa tavlan. Här blinns filtrens lampor ofta på kollar och nätter.



2. OPTIMERINGS-LABORATORIUM
Här optimeras skidåkarens idretts och träning med hjälp av styrkammaskiner och olika typer av feedbacksystem och kameror 3-D och 3-D.



3. STYRKLABB - ELITGYM
Eget styrke och styrka är också aktiva och tränare kan i 3D-träning på övning. Måttapparatur med olika feedbacksystem samt styrkeutrustning med fokus på prestation. Enskild träningsövning.



4. LABORATORIUM A
Stora skidlaboratoriet. Förläbb för fysiska och biomekaniska mätningar. Med hjälp av GPS-teknik, automatisk hastighetskorrigering och videokameror har ett unikt utrustningsutrustats. Här har olympiska längdåkare och skidskyttar förberett sig i Vancouver-miljö.



5. LABORATORIUM B
Hjärt- och lunglaboratorium. Rutin och världens mest avancerade elektroniska testbänk. Måttapparatur för utvärdering och rörelse och samtidiga effektmätningar.



6. FOLKHÄLSO-LABORATORIUM
Löpband och underhållning om styruppgifter med mera för elever.

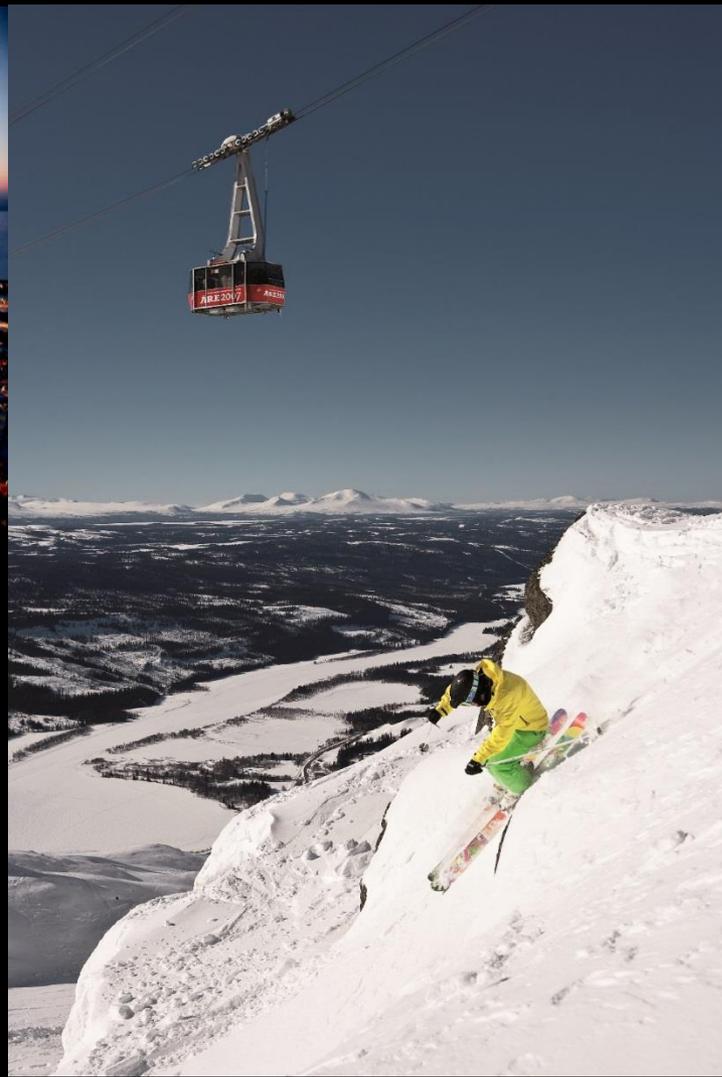
7. "KINESIOLOGI-RUMMET"
Interaktiv förälsningsmiljö med fokus på olika rörelsemätningar. Här integreras ämnen fysik, biomekanik, anatomi och matematik till en helhet, allt med fokus på toppprestationer.

9. SPEAK INNOVATION LABORATORIUM
"Innovationen i skidåkning" Fix och specialtricks med egen utrustning. Sportteknologer hjälper de aktiva och förbund med olika drömmar. Stort och smält - det är ofta de små detaljerna som spelar roll.

Illustration: ALDAMBER RAFFAELLI, FOTO: PER ERIK GUNNARSSON, FOTO: ALDAMBER RAFFAELLI, FOTO: PER ERIK GUNNARSSON

Олимпийский комитет Швеции





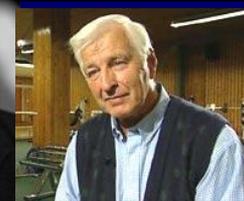
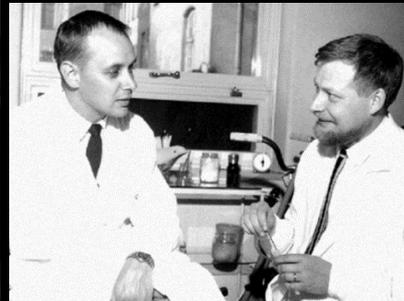
1. Кампус в Эстерсунде
2. Национальная арена в Оре



ЛЫЖНЫЕ ГОНКИ

Исследования

Физиология



Уникальный вид спорта



Высота: 0-2000 м

Температура: вплоть до -20°C

Продолжительность: 2 мин -
>2 ч

Разнообразные местности и
условия

Различные техники + частое
переключение

Разнообразное вовлечение рук
и ног

Физиологические профили и их связь с результатами на соревнованиях

New Records in Human Power



Сикстен Йернберг
(Sixten Jernberg)

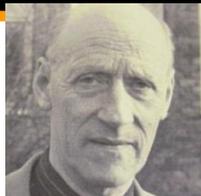
81.7 мл/ (кг*мин)
6.0 л/мин

Skiers	Heart-rate	Pul- monary ventila- tion* (l./min.)	Oxygen intake		
			(l./min.)†		ml./kgm./ min. † determined
			determined	estim- ated‡	
♂ Jernberg, S.	179	146	5.88	6.1	81.7
♂ Larsson, L.	182	111	5.49	6.1	81.8
♂ Larsson, P. E.	190	119	5.38	5.6	80.8
♂ Samuelsson, G.	182	150	5.34	—	78.5
♂ Gunnarsson, S.	179	130	5.20	5.4	79.1
♀ Ericsson, A. L.	188	105	3.97	4.6	68.4

Maximal oxygen uptake in athletes¹



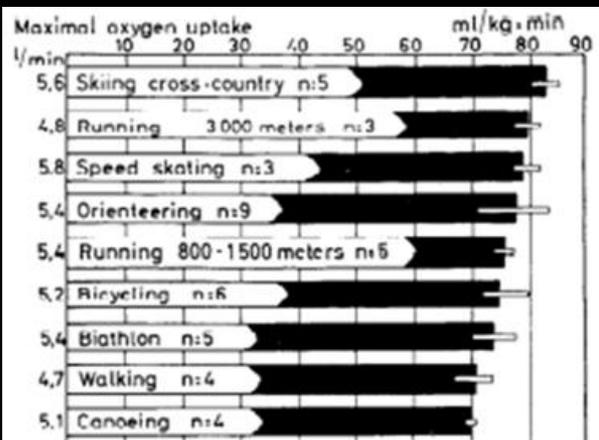
BENGT SALTIN² AND PER-OLOF ÅSTRAND
*Department of Physiology, Gymnastik- och Idrottshögskolan,
Stockholm, Sweden*



Cardiac output in athletes

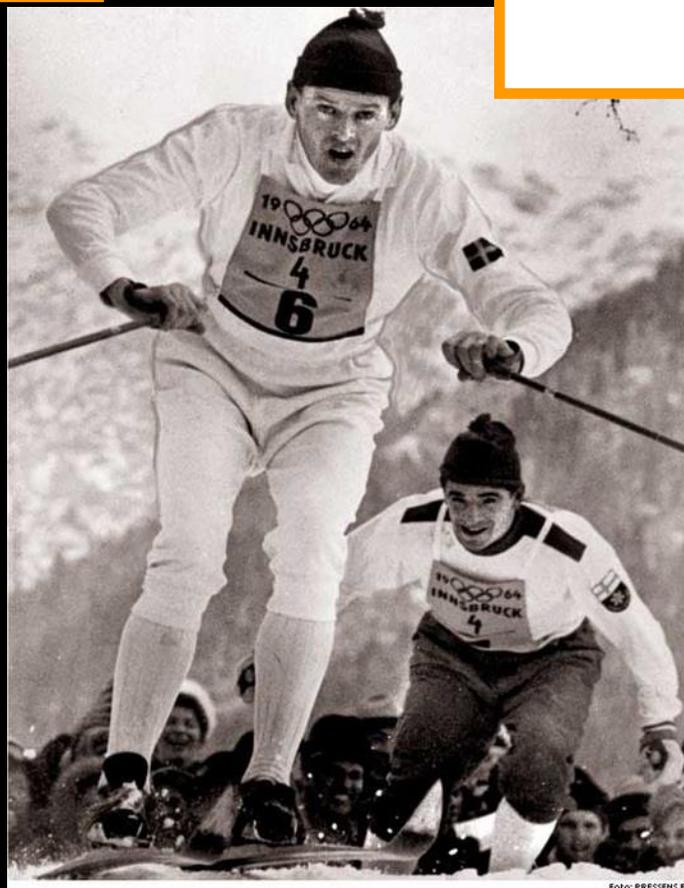


BJÖRN EKBLOM AND LARS HERMANSEN
*Department of Physiology, Gymnastik- och Idrottshögskolan,
Stockholm, Sweden*



$\text{VO}_2 \text{ max}$
5.6 л/мин
(6.17 л/мин)

80 мл/(кг*мин)



Показатель 85.1 мл/кг т.о. является
наивысшим из зарегистрированных...

Сердечный выброс
 $36 \pm 4.7 \text{ л}$
(42.3 л)

Ударный объем
 $189 \pm 18.8 \text{ мл}$
(212 мл)

Исследование
ЭЛИТНЫХ
СПОРТСМЕНОВ

Физиология современных чемпионов



Возраст: 22-35 лет
Рост: 175-192 см
Вес: 69-86 кг
 $VO_2\text{max DIA}$: 5.7-6.8 л/мин
71-85 мл/(кг*мин)
 $VO_2\text{пик DP vs. } VO_2\text{max DIA}$: 90-98%



Возраст: 20-34 лет
Рост: 163-177 см
Вес: 51-70 кг
 $VO_2\text{max DIA}$: 4.0-4.7 л/мин
65-76 мл/(кг*мин)
 $VO_2\text{пик DP vs. } VO_2\text{max DIA}$: 89-95%



...нам нужно знать больше...

Множество соревнований



1.3-50 км

~2.30-120 мин

Спринт

Командный спринт

Гонка преследования

Тур де Ски

Масс-старт

Индивидуальный
старт



Лаборатория ⇒ в поле

Соревнования

VO_2 : 6.2/6.4

ЧСС: 178/183

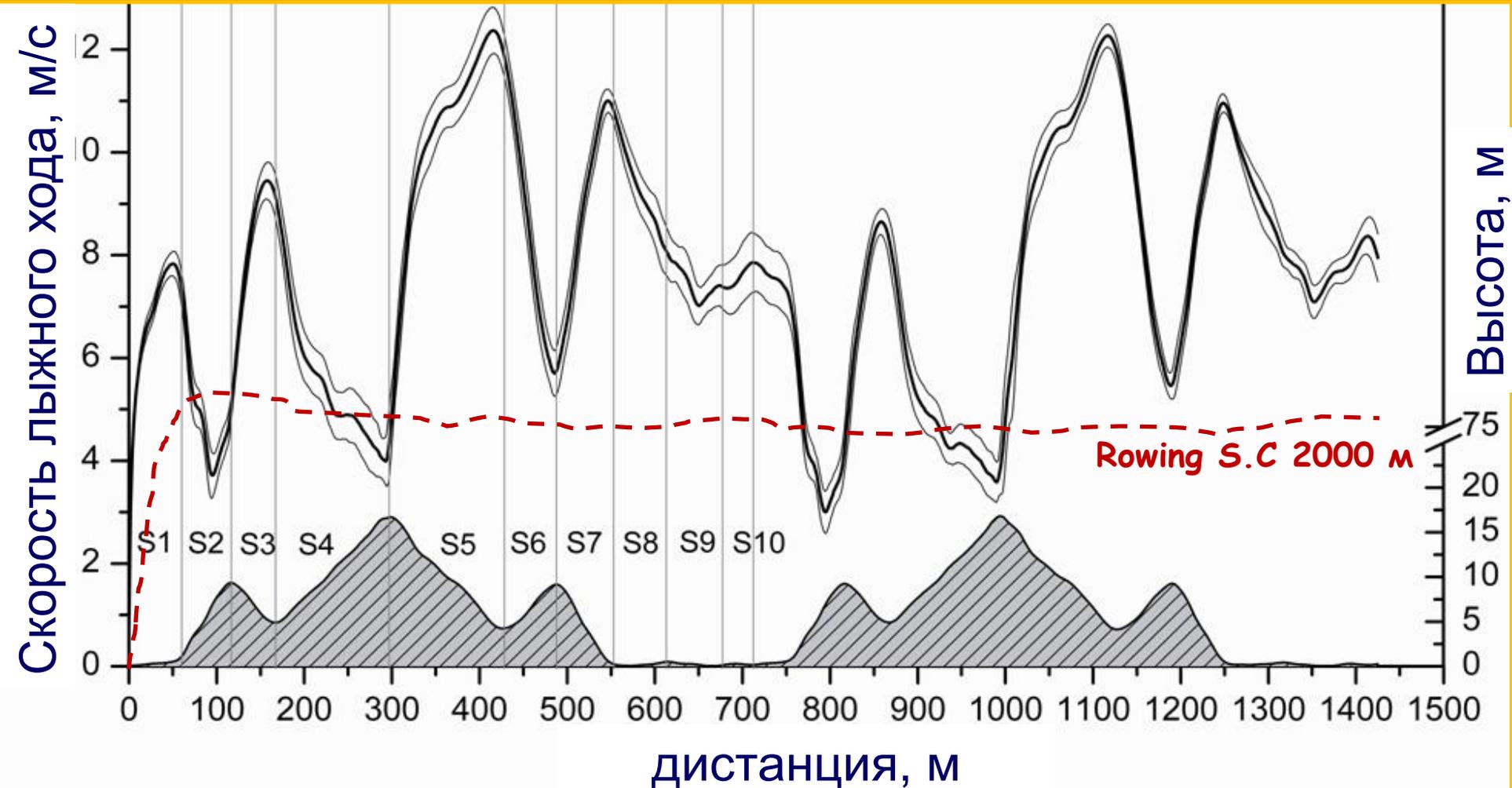
V_E : 189/205



Analysis of sprint cross-country skiing using a differential global navigation satellite system

Erik Andersson · Matej Supej · Øyvind Sandbakk ·
Billy Sperlich · Thomas Stöggl · Hans-Christer Holmberg

Мак. скорость: 12.8 м/с
Мин. скорость: 2.9 м/с
Средняя скорость: ~7 м/с



ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ

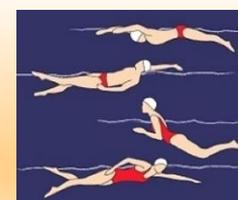
Триатлон

2x



Плавание

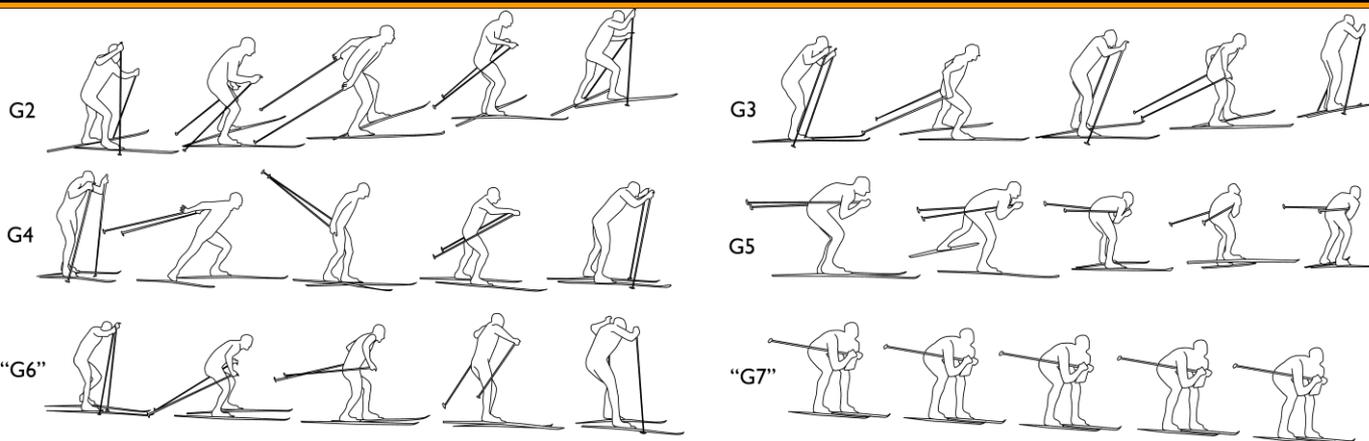
3x



Eur J Appl Physiol (2010) 110:585–595
DOI 10.1007/s00421-010-1535-2

ORIGINAL ARTICLE

Analysis of sprint cross-country skiing using a differential global navigation satellite system



№ переключений

Спринт: 20-35

10км: 100-150

Скорость (S): 2.9-12.8 м/с

Частота движений (C+S): 40-110 циклов/мин (в гребле для сравнения: 30-50)

= широкий диапазон

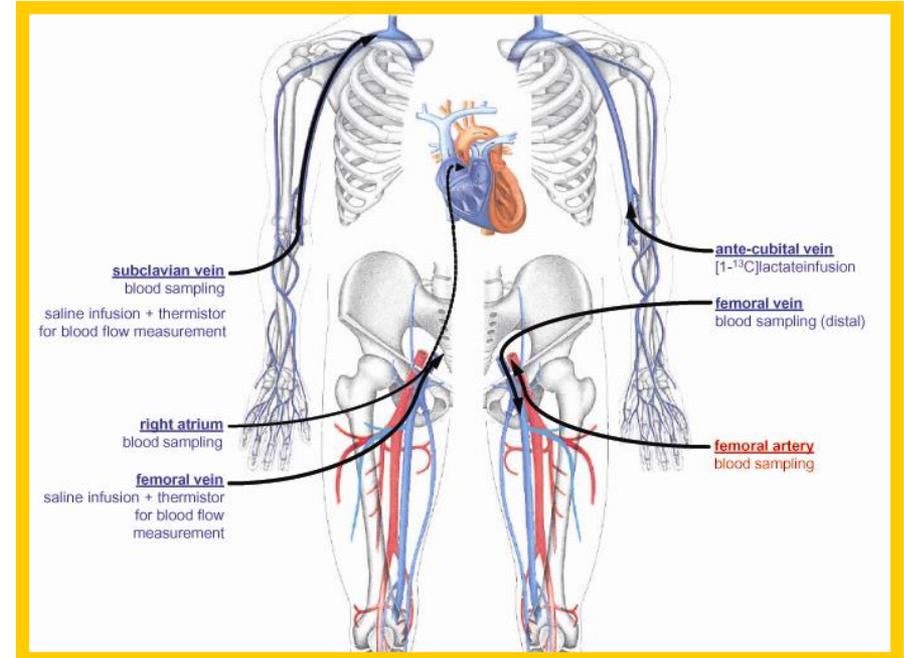
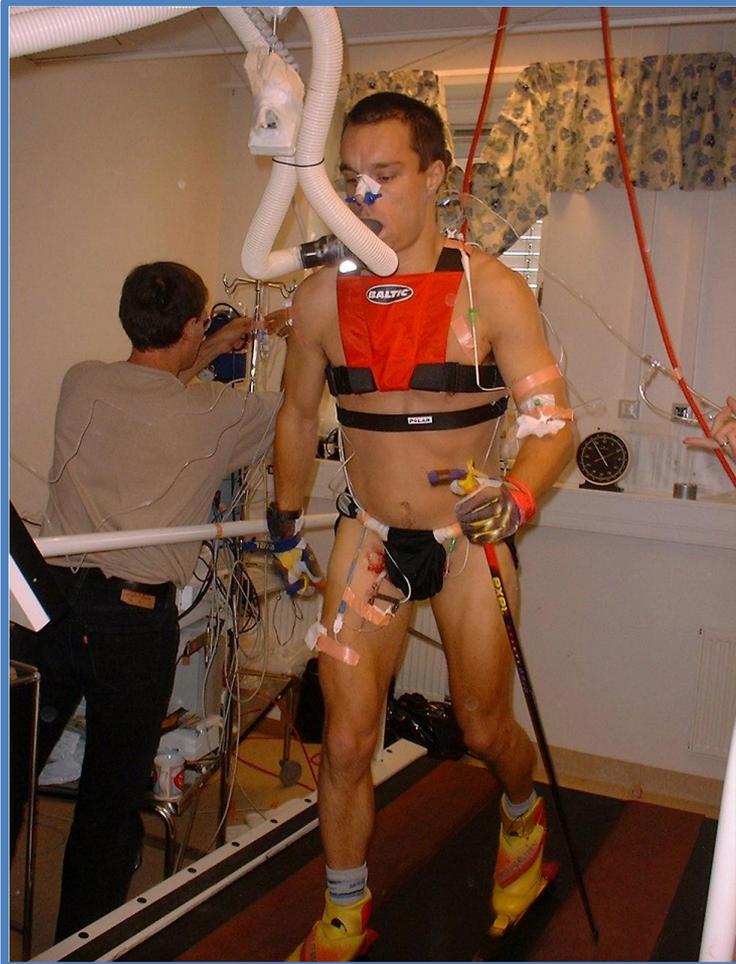
Более глубокое понимание

Техники лыжного хода Максимальное потребление O₂

Классический ход	
Попеременный	100%
Одновременный одношажный	90-95%
Одновременный бесшажный	~ 90%

Коньковый ход	
V1	95-100%
V2	95-100%
V3	~ 95%
Попеременный без палок	~85-90%

На каком уровне происходит энергетическое переключение в различных частях тела при различных техниках лыжного хода?



Van Hall et al. Am J Physiol 2003
Calbet et al. J Physiol. 2004
Calbet et al. Am J Physiol 2005
Holmberg & Calbet Resp Physiol & Neurobiol 2007





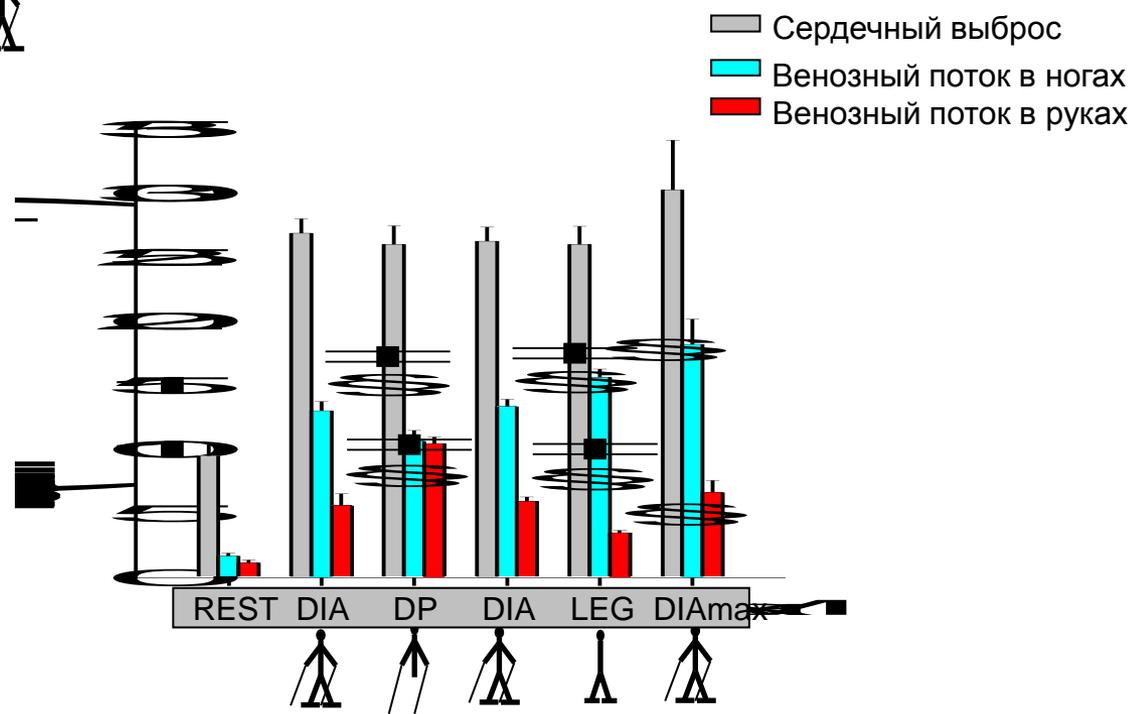
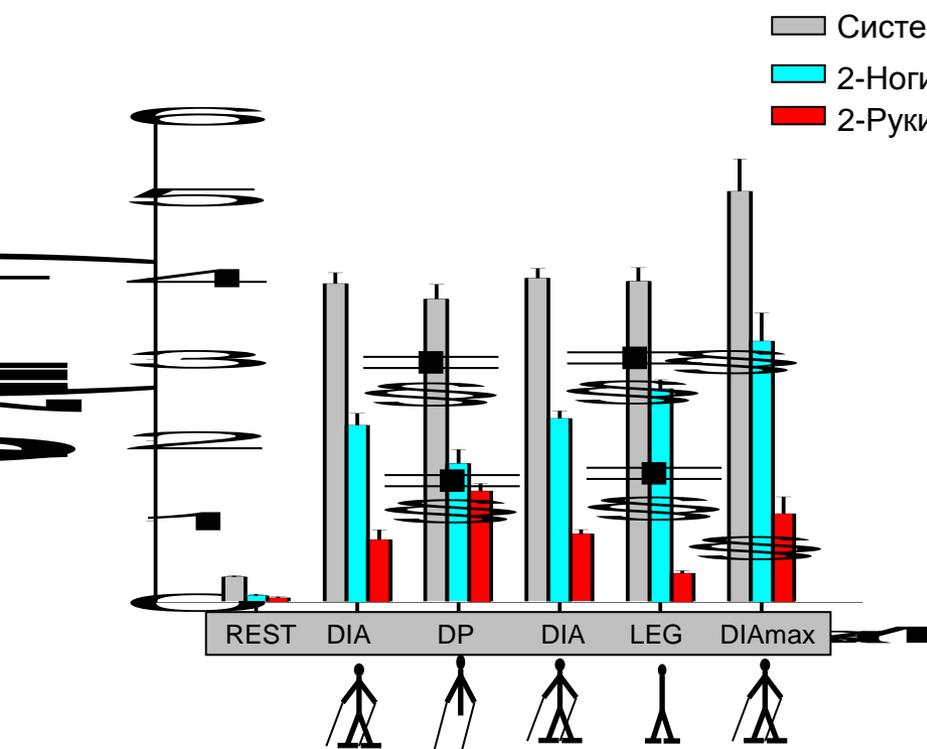
Коньковый ход



Одновременный
бесшажный

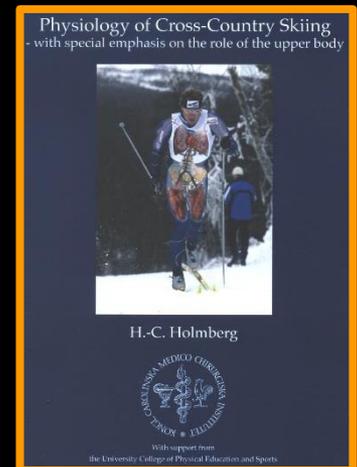


Передвижение
без палок



Дает знания о:

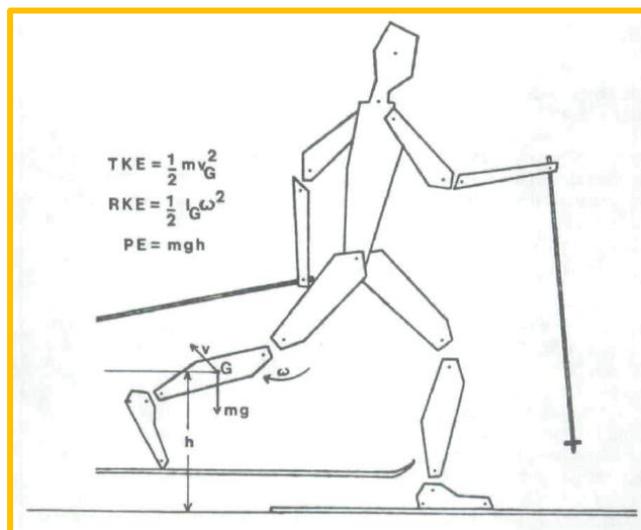
- Влиянии различных техник лыжного хода:
 - Кислородная стоимость (VO_2)
 - Поток крови
 - Доставка кислорода
 - Субстраты, используемые для получения энергии
- Ноги против рук
- Субмаксимальные нагрузки против максимальных



Mechanical Energetics of World Class Cross-Country Skiing

Robert W. Norman and Paavo V. Komi

А
Э
Р
О
Б
Н
Ы
Й

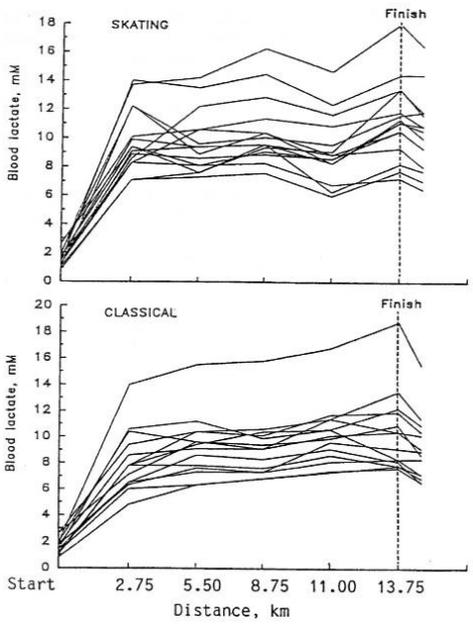


А
Н
Э
Р
О
Б
Н
Ы
Й

«на подъеме, по оценкам,
может производится на
10-30% больше энергии, чем в
аэробных условиях»

1.

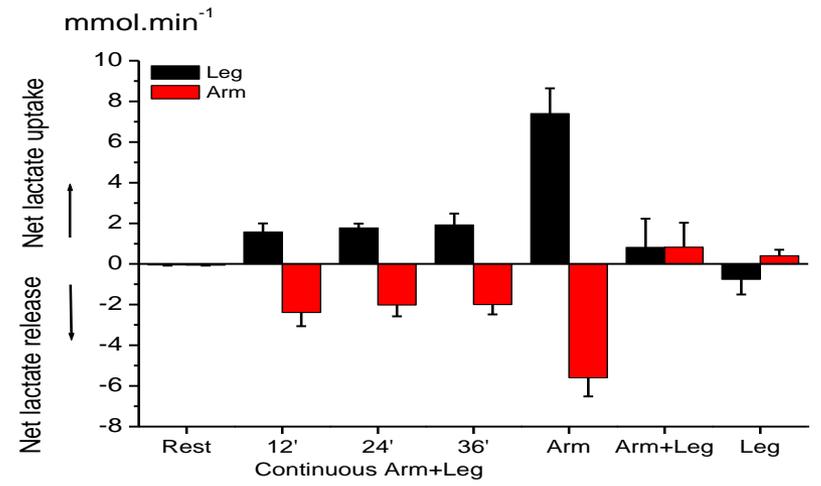
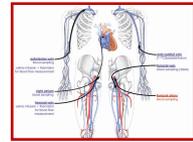
Mygind et al. 1994



2.

Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise

Am J Physiol, van Hall et al. 2003



Динамическая ситуация

Руки > Ноги

3. Analysis of a sprint ski race and associated laboratory determinants of world-class performance

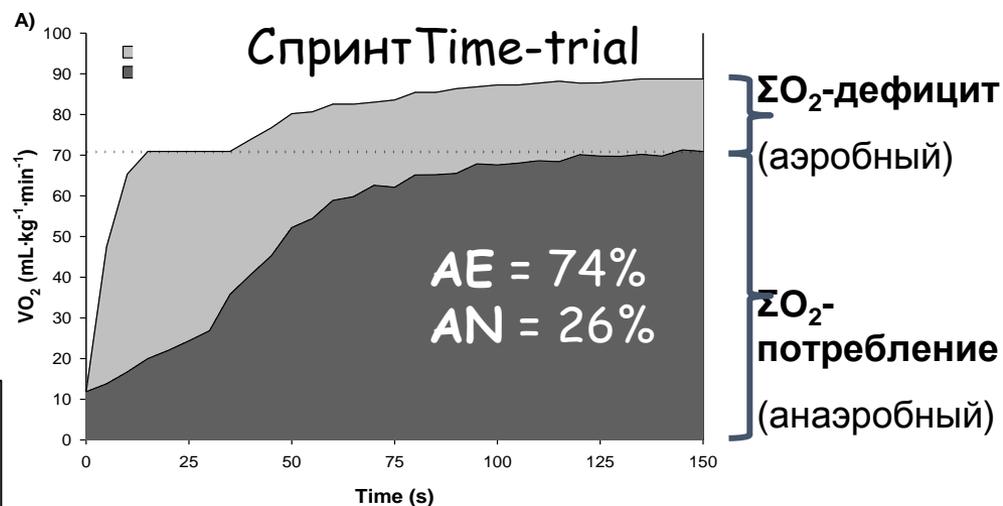
EJAP, Sandbakk et al. 2011



«40% от всей энергии, расходуемой на крутом подъеме спринтерской гонки во время чемпионата мира, - **анаэробные**»

4. Anaerobic Capacity as a Determinant of Performance in Sprint Skiing

MSSE, Losnegard et al. 2012



АЭРОБ + АНАЭРОБ

Гендерные отличия



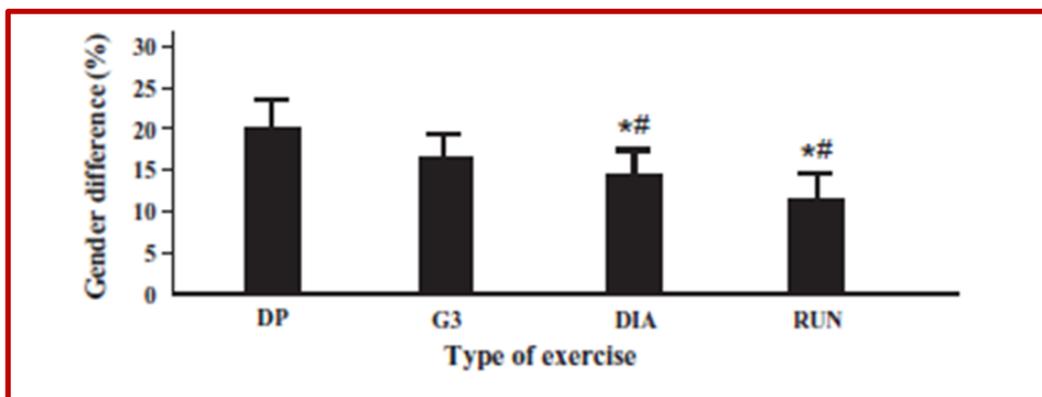
- Жир
- Гемоглобин
- Плечевой пояс и спина



Гендерные различия

Gender differences in endurance performance by elite cross-country skiers are influenced by the contribution from poling

Ø. Sandbakk¹, G. Ettema¹, H.-C. Holmberg²

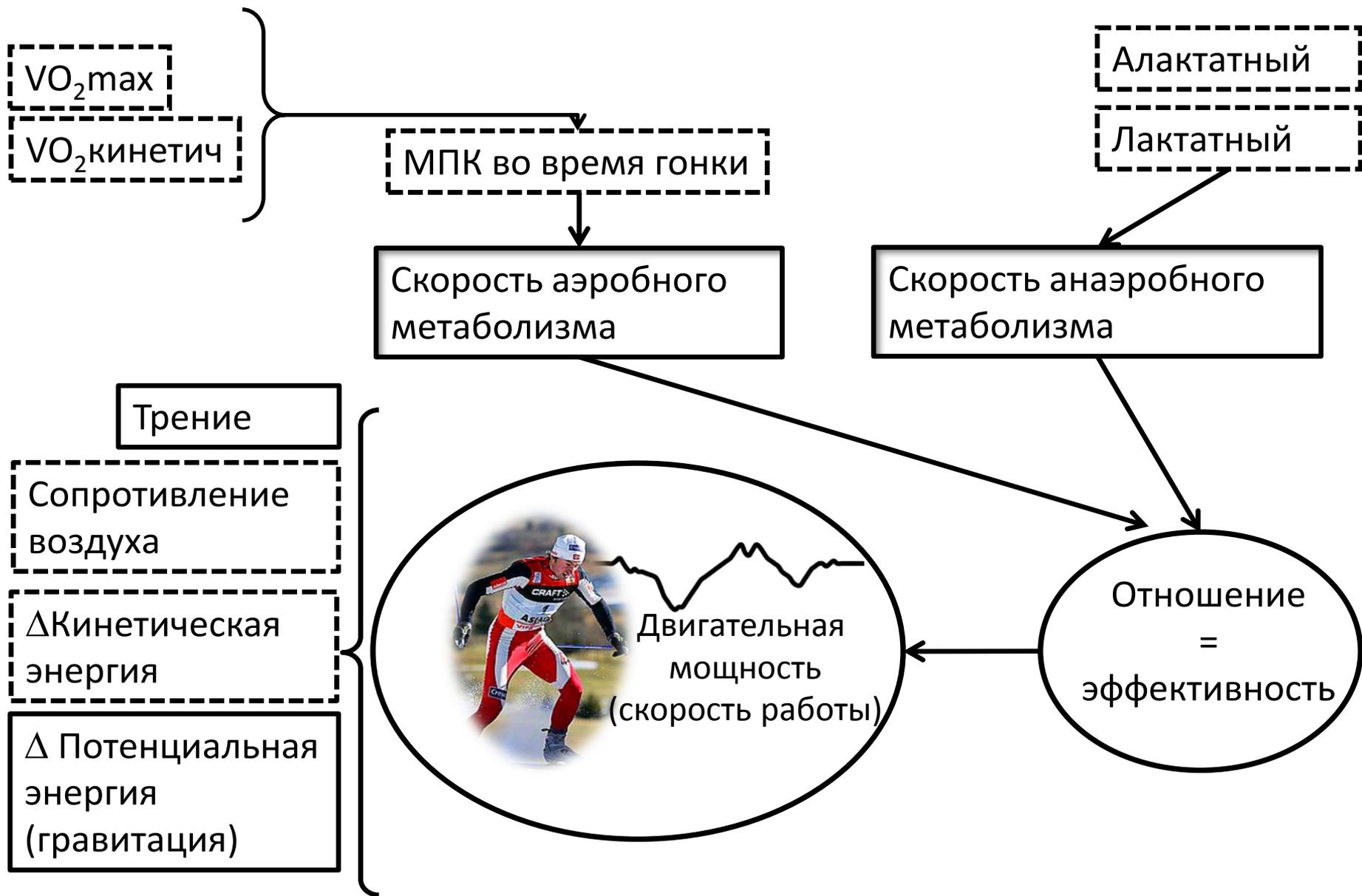


Важность плечевого пояса и спины
DP > G3 > DIA < RUN

Скорость: мужчины на **17%** быстрее

Продолжительность цикла/темп: у мужчин продолжительность цикла при низком темпе на **11%** выше (на **21%** на пиковой скорости)

...и...



**Биомеханические
профили и их связь
с результатами**

Альфред Дальквист (Alfred Dahlqvist): Серебряный призер Чемпионата Мира 1938



Picture adapted from:
Gottaas, T. (2003). *Først i løypa*. Oslo: Andresen & Butenschøn



“Коробка
переключения
передач”/
Техники хода

1



Классический ход





Одновременный бесшажный ход

Описательный метод ↔ Механистический метод

Параметры тела

Выносливость

Сила-
мощность



Скорость
(старт ⇒ max)

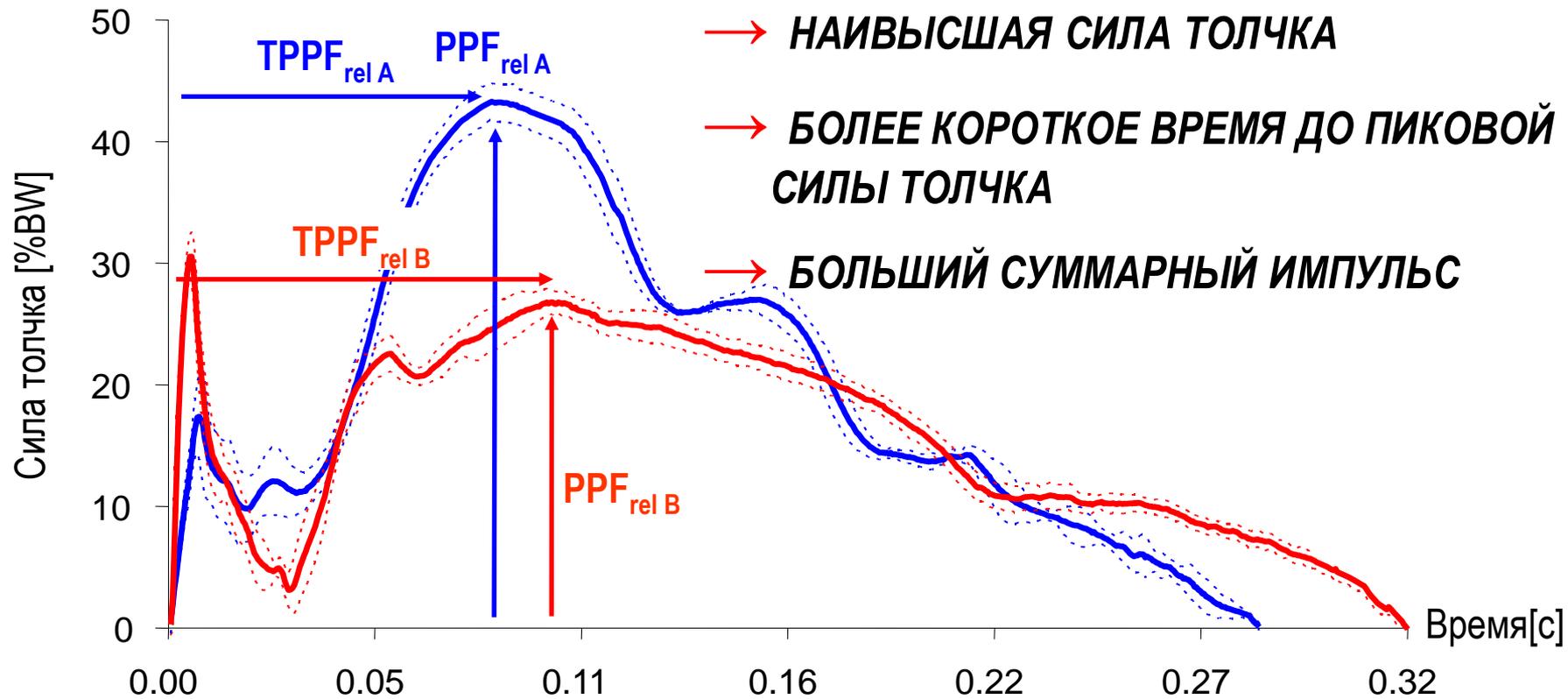
Частота

Наклон/градиент

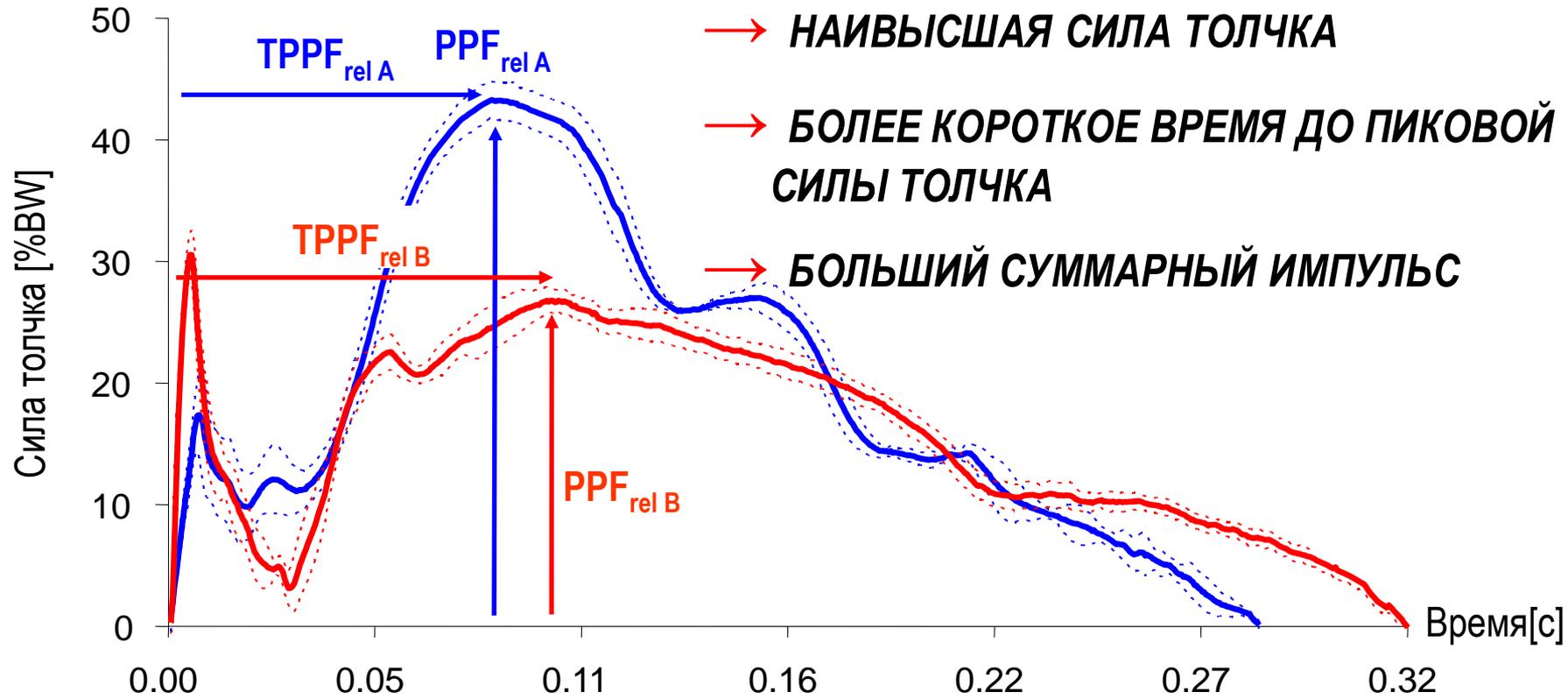
Спринт vs длинные дистанции

Тренировочные вмешательства

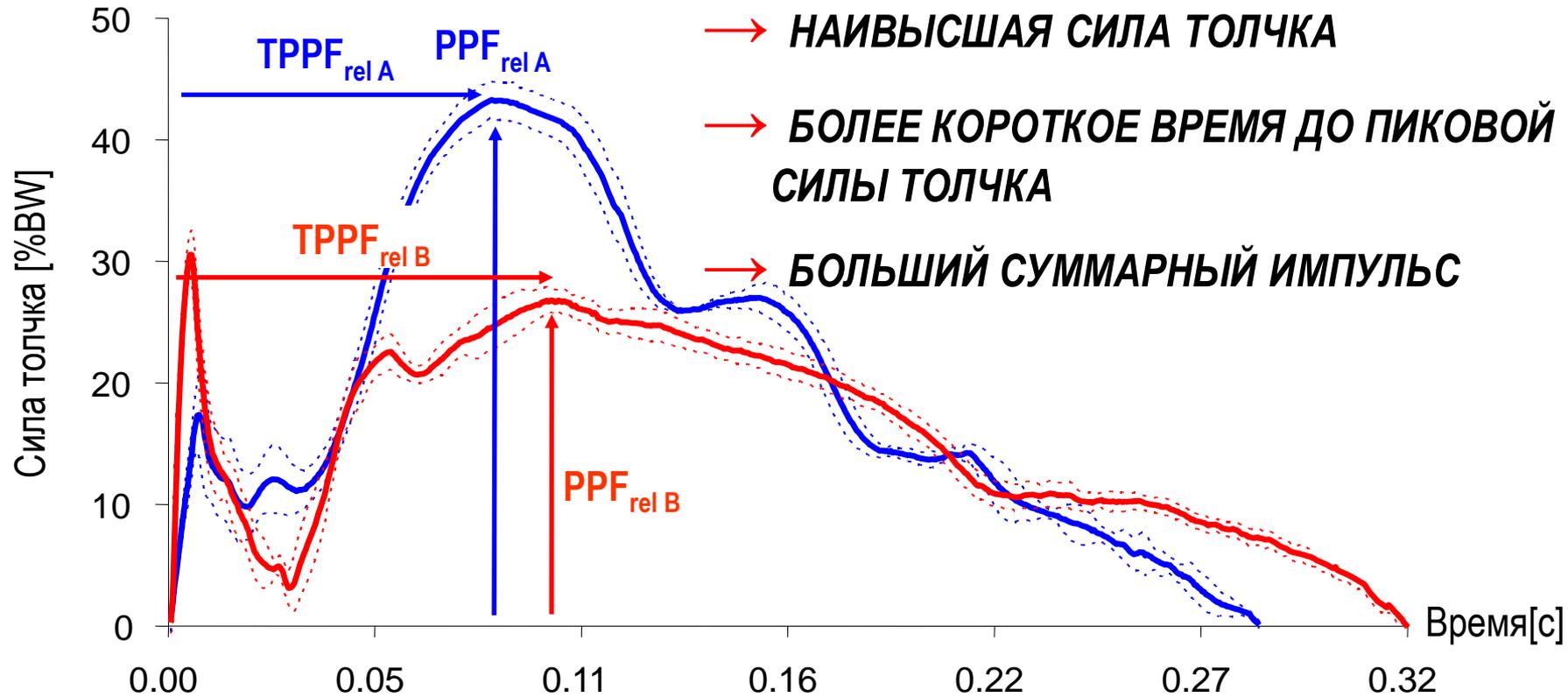
Biomechanical Analysis of Double Poling Holmberg et al. MSSE, 2005



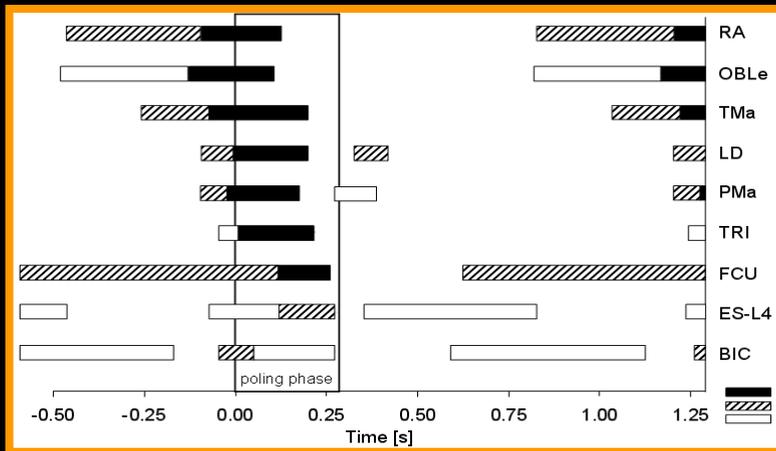
Variable	DP - Str. A ($n = 6$)	DP - Str. B ($n = 5$)	P
PPF_{rel} [% BW]	36 ± 7 ↑	27 ± 4	< 0.05



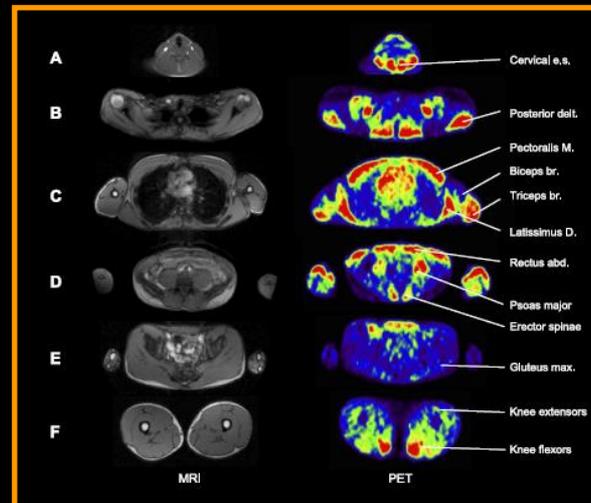
Variable	DP - Str. A ($n = 6$)	DP - Str. B ($n = 5$)	P
----------	-------------------------	-------------------------	-----



Variable	DP - Str. A ($n = 6$)	DP - Str. B ($n = 5$)	P



Holmberg et al., Med Sci Sports Exerc. 2005

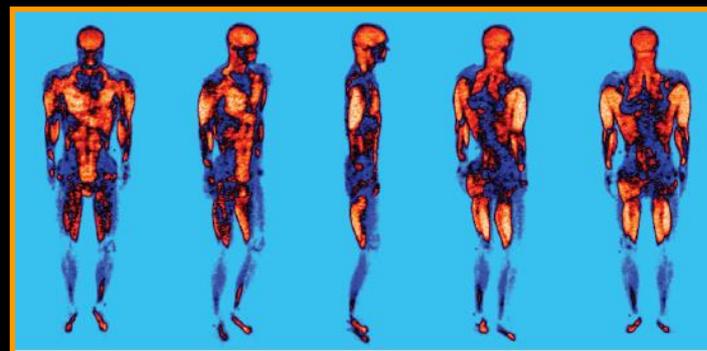


ЭМГ (ЭлектроМио Графия)

- беговая дорожка

ПЭТ (Позитронно-эмиссионная томография)

- DP эргометр



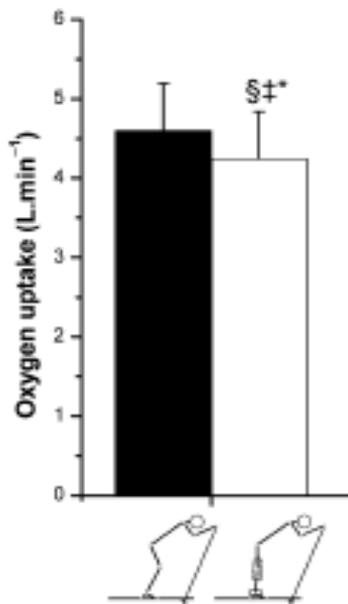
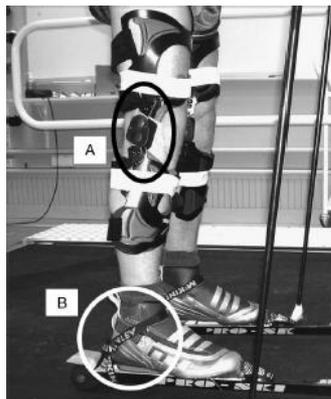
Bojsen-Moller, J Appl Physiol 2010

Contribution of the Legs to Double-Poling Performance in Elite Cross-Country Skiers

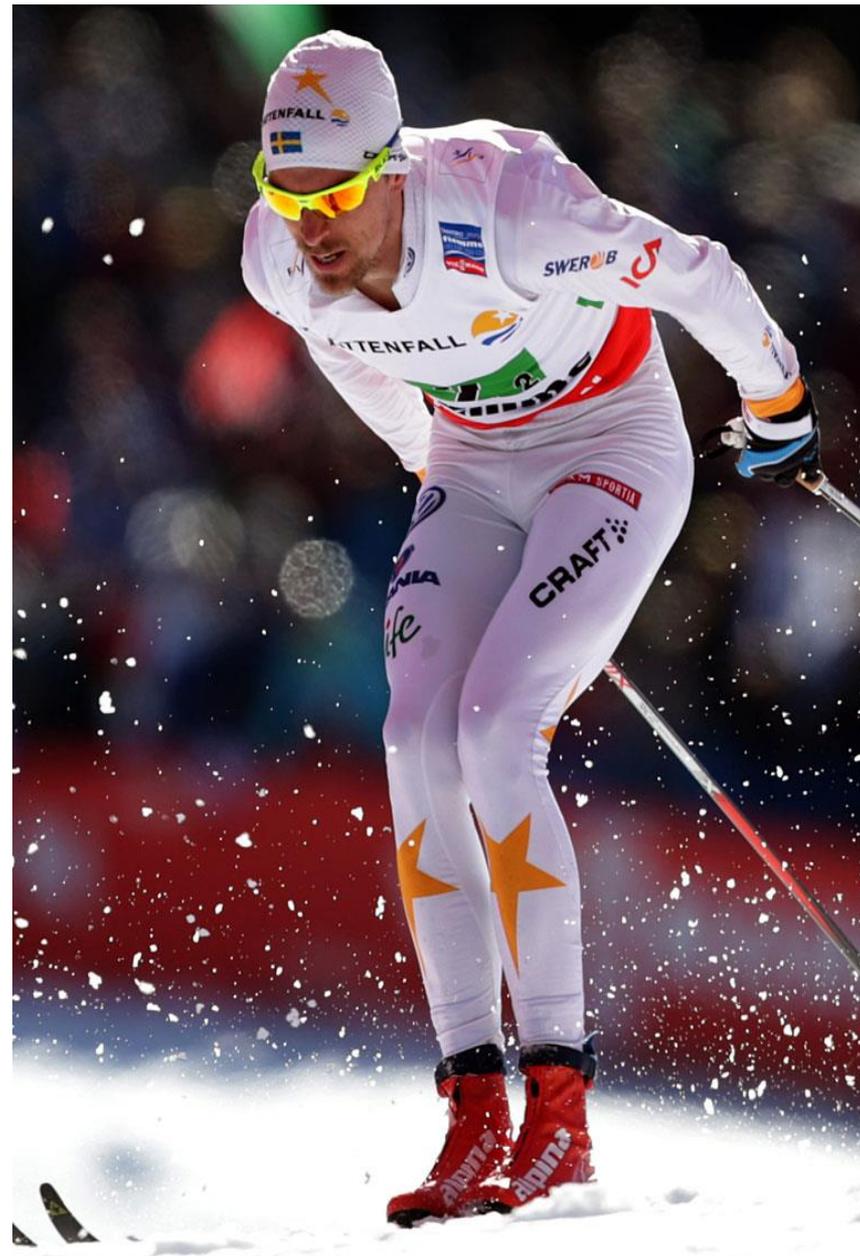
HANS-CHRISTER HOLMBERG¹, STEFAN LINDINGER^{2,3}, THOMAS STÖGGL^{2,3}, GLENN BJÖRKLUND^{4,5}, and ERICH MÜLLER^{2,3}

¹Department of Physiology and Pharmacology, Karolinska Institute, Stockholm, SWEDEN; ²Department of Sport Science and Kinesiology, University of Salzburg, AUSTRIA; ³Christian Doppler Laboratory, AUSTRIA; ⁴Department of Natural Sciences, Mid University, Östersund, SWEDEN; and ⁵National Winter Sport Centre, Östersund, SWEDEN

MSSE, 2006



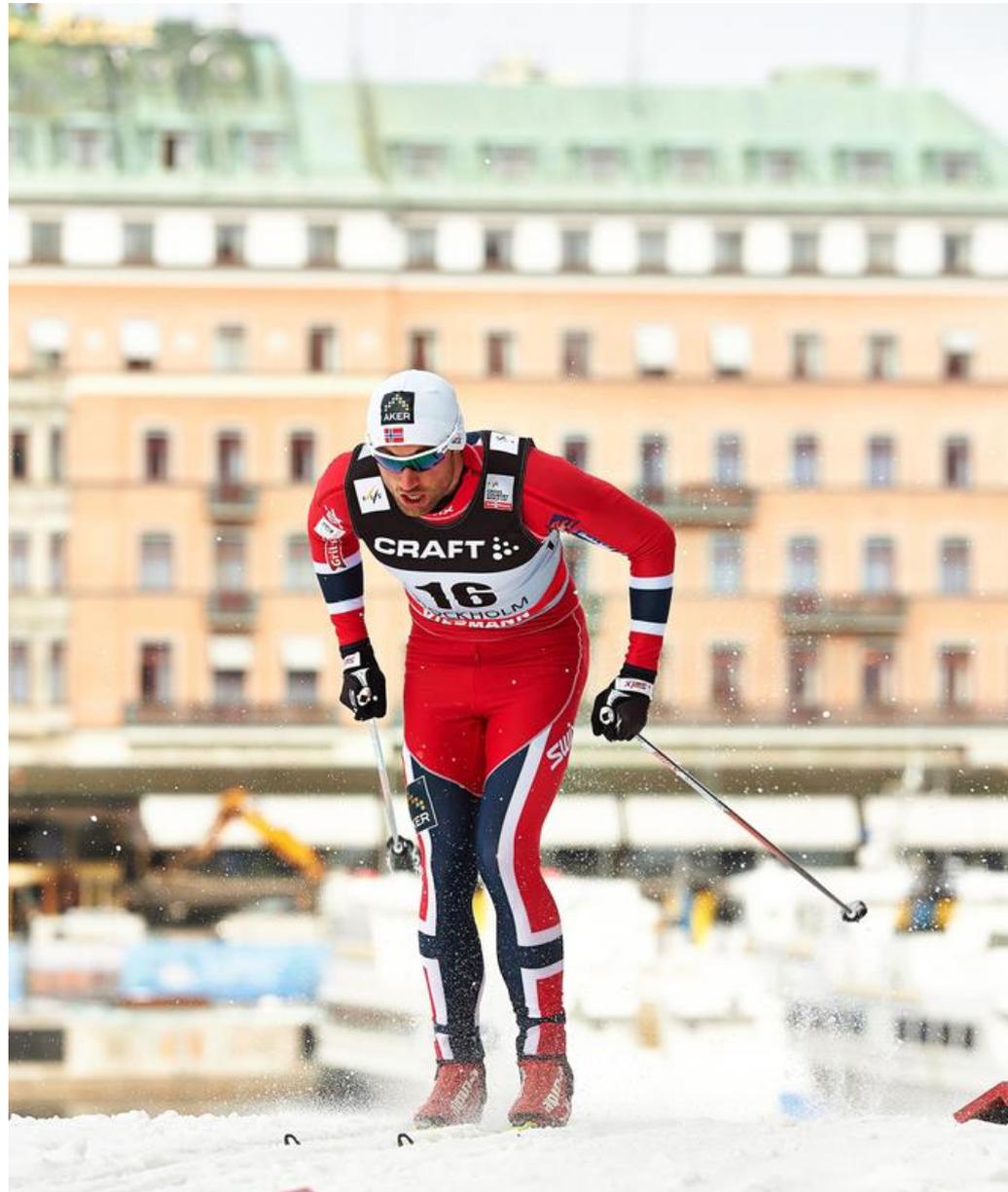
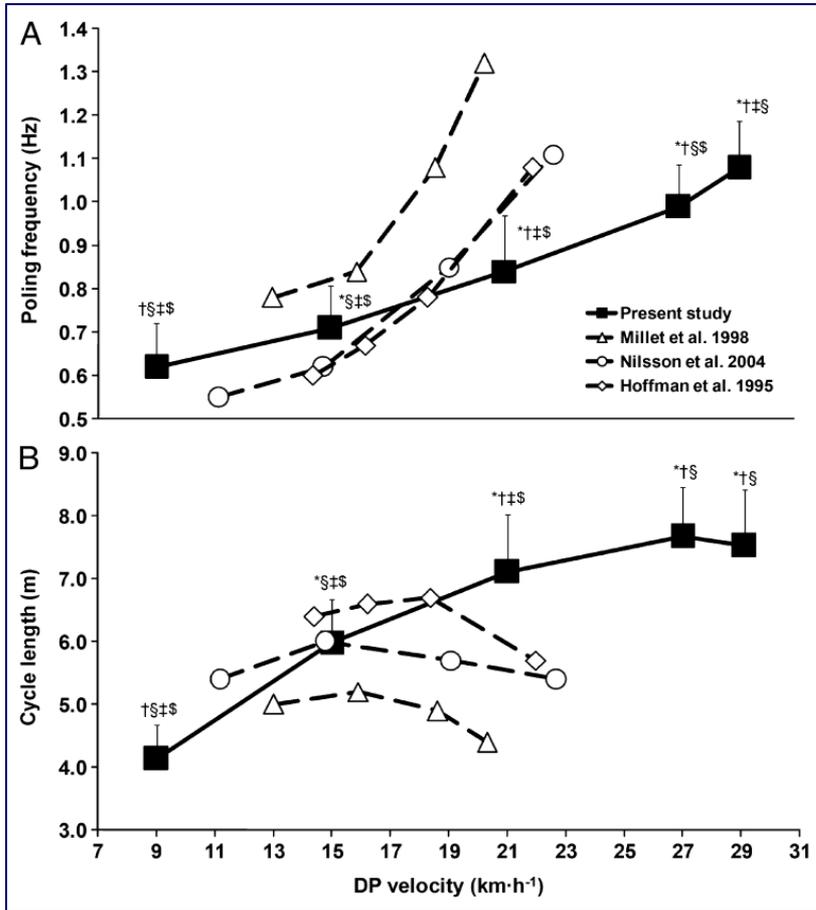
VO_2 пик: $\uparrow 8\%$
 V_{max} : $\uparrow 9\%$



Control of Speed during the Double Poling Technique Performed by Elite Cross-Country Skiers

MSSE, 2009

STEFAN JOSEF LINDINGER^{1,2}, THOMAS STÖGGL^{1,2}, ERICH MÜLLER^{1,2}, and HANS-CHRISTER HOLMBERG^{3,4}



Продолжительность цикла

КОНЬКОВЫЙ ХОД (СВОБОДНЫЙ СТИЛЬ)



Параметры
тела

Антропометрия

Скорость
(субмаксимальная \Rightarrow max)

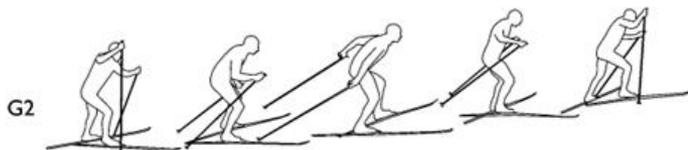
Наклон/градиент

Сила

2-ая «передача» (V1)



Толчковая сторона



3-ья «передача» (V2)



Возвратная сторона





General strength and kinetics: fundamental to sprinting faster in cross country skiing?

Three-dimensional Force and Kinematic Interactions in
V1 Skating at High Speeds

MSSE, 2014

Thomas Stöggl^{1,2} and Hans-Christer Holmberg^{2,3}

Charlotte Kalla, SWE
75 мл/ (кг*мин)

2 Золото Олимпиады

2 Золото Кубка Мира

G3 техника конькового хода



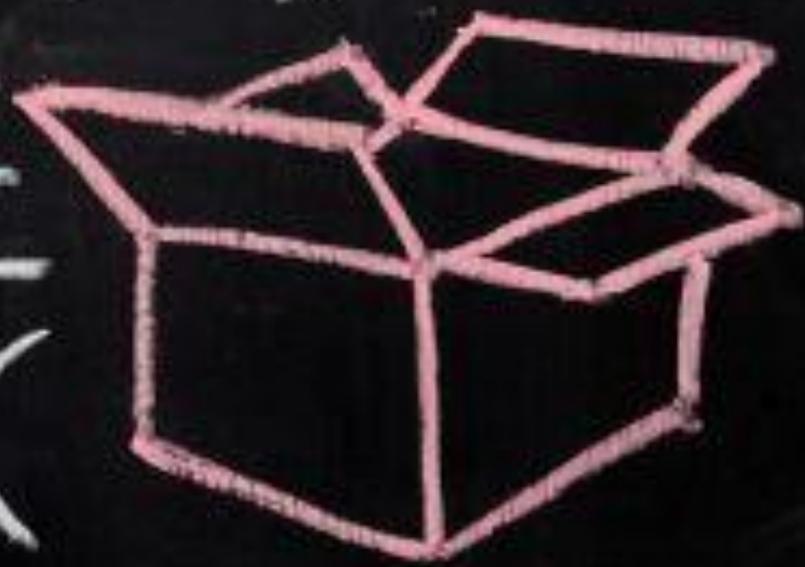
Биомеханика

15% выше пиковая скорость
Более длинный цикл ($CL \uparrow 30\%$, $CF \downarrow$)
Меньший угол качения

Физиология

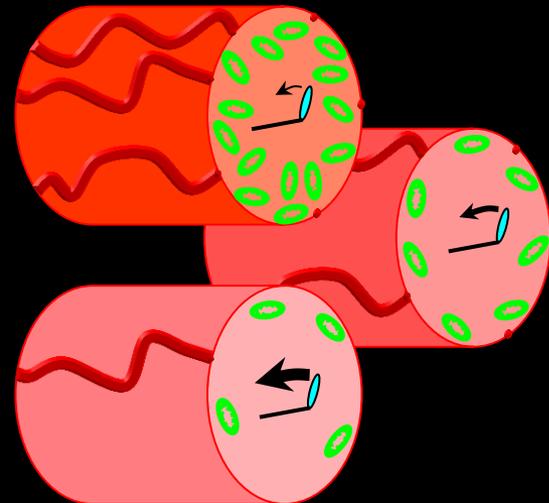
10% выше VO_2 пик
Субмаксимальная
Экономия работы \uparrow
Параметры дыхания
ЧСС, лактат \downarrow

THINK
OUTSIDE
THE
BOX



Как тренируются чемпионы?

И почему именно так?





НАЦИОНАЛЬНЫЕ СБОРНЫЕ ПО ЛЫЖНЫМ ГОНКАМ



Швеция



Норвегия

Чемпионаты	Швеция (медали)	Норвегия (медали)	Швеция+Норвегия (% от общего числа медалей)
Олимпийские Игры в Сочи 2014	11	13	67
Чемпионат Мира в Фалуне 2015	9	14	64

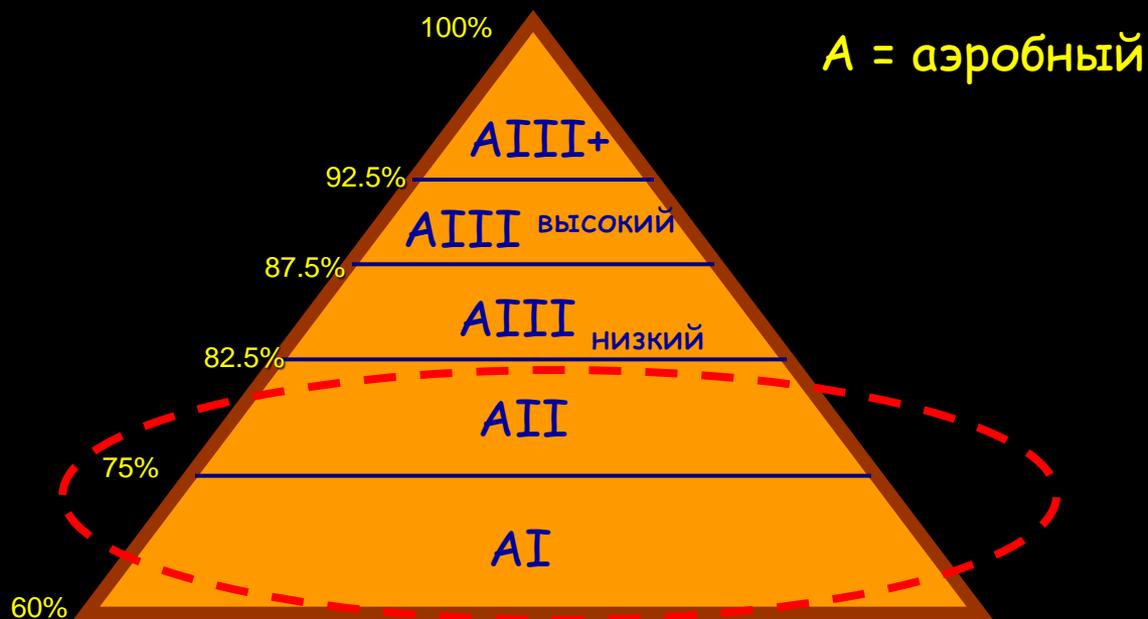
Вам нужен объем



~10 000 часов в течение
карьеры от начала до конца

Вам нужна база

ЧСС



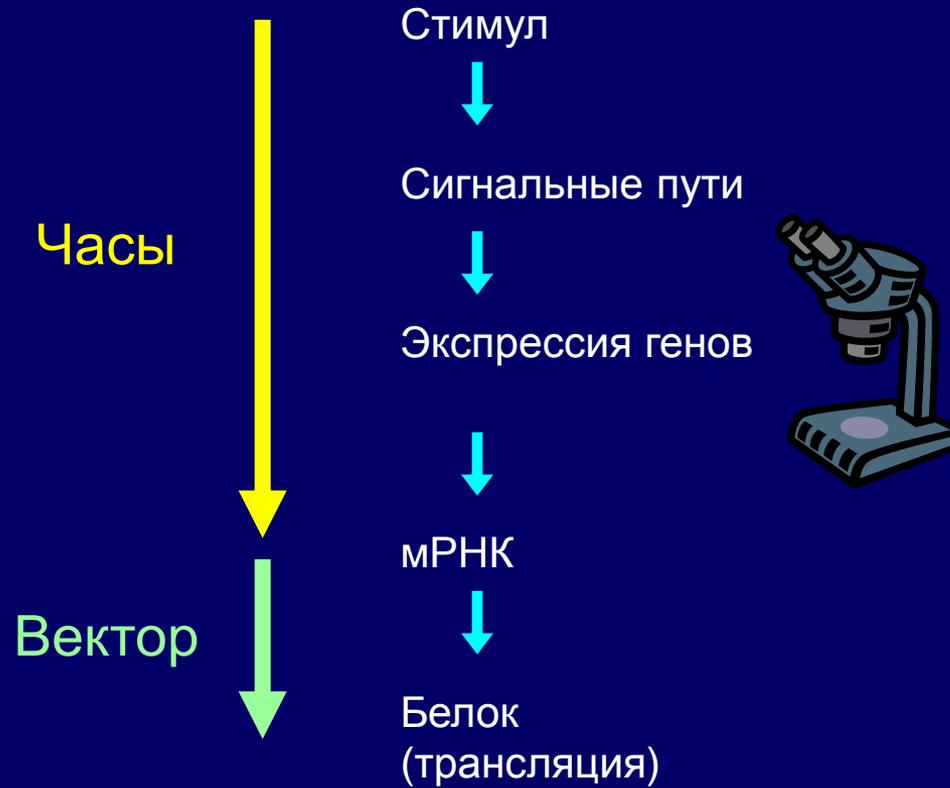
Пирамида выносливости

Тренировочный импульс



Hawley & Burke, 1988

Индивидуальный ответ на тренировку



Вам нужна
ИНТЕНСИВНОСТЬ

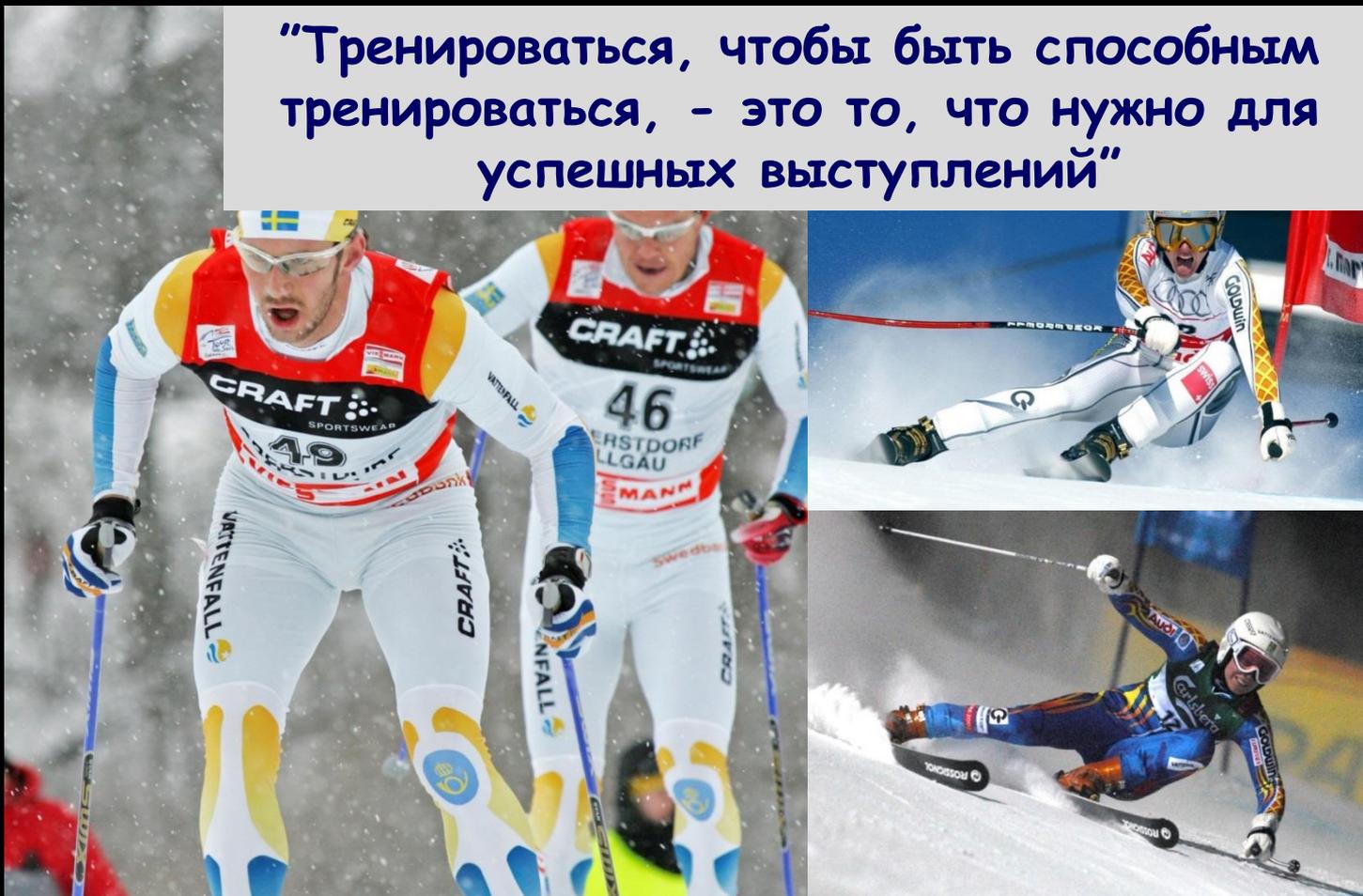
ЧСС



A = аэробный

Пирамида выносливости

**“Тренироваться, чтобы быть способным
тренироваться, - это то, что нужно для
успешных выступлений”**





International Journal of Sports Physiology and Performance, 2014, 9, 117-121
<http://dx.doi.org/10.1123/IJSP.2013-0373>
© 2014 Human Kinetics, Inc.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
**SPORTS PHYSIOLOGY
AND PERFORMANCE**
www.IJSP-Journal.com
INVITED COMMENTARY

A Reappraisal of Success Factors for Olympic Cross-Country Skiing

Øyvind Sandbakk and Hans-Christer Holmberg

ТРЕНИРОВКА

750-950 Ч (60% Май-Окт; 40% Ноя-Апр)

670-830 ч тренировки на выносливость (~10% на высоте >1500 м)

60-75% тренировок на выносливость – это лыжи/лыжероллеры

Интенсивность упражнений во время тренировок на

ВЫНОСЛИВОСТЬ

- высокая интенсивность (>87% ЧСС): **6-8%**
- средняя интенсивность (80-87% ЧСС): **4-6%**
- низкая интенсивность (60-80% ЧСС): **86-89%**

75-100 h Сила & Мощность

15-20 h Специальные скоростные упражнения

СОРЕВНОВАНИЯ

48-62

Ноя-Апр: **35-44**

Май-Окт (бег, лыжероллеры):

10-20

25% Высокой **ИНТЕНСИВНОСТИ**

25% x 800 = 200 ч/год



Пирамида выносливости

The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training

Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes

Paul B. Laursen and David G. Jenkins

School of Human Movement Studies, University of Queensland, Brisbane, Australia



Конец специальной тренировки
 Не достаточно

- Спорт
- Индивидуальный

Виды спорта на выносливость

Большинство видов спорта



Мышцы: Тип I
 Тип IIA

Table III. Summary of findings of high-intensity interval-training (HIT) studies in highly trained runners ($\dot{V}O_{2max} > 60$ ml/kg/min)^a

Reference	n	HIT sessions	Raps	Intensity	Work duration	Rest duration	HIT duration (wk)	Results
Acevedo and Goldfarb ^[74]	7	24	NR	90-95% $\dot{V}O_{2max}$	NR	NR	8	↓10km time, ↑TT ₁₀₀₀ , ↔ $\dot{V}O_{2max}$
Zavorsky et al. ^[82]	12	3	10	98% $\dot{V}O_{2max}$	NR	60-180 sec	2	↑RE, ↓RER
Smith et al. ^[84]	5	8	5	$\dot{V}O_{2max}$	60-75% T _{max}	1:2	4	↑ $\dot{V}O_{2max}$, ↑ $\dot{V}O_{2max}$, ↑T _{max} , ↓3000m time
Ellal et al. ^[79]	8	4	5	$\dot{V}O_{2max}$	50% T _{max}	1:1	4	↑ $\dot{V}O_{2max}$, ↑RE, ↔ $\dot{V}O_{2max}$, ↔T _{max}
Smith et al. ^[87]	9	8	8	$\dot{V}O_{2max}$	60% T _{max}	1:2	4	↑T _{max} , ↓3000m time, ↔ $\dot{V}O_{2max}$, ↔ $\dot{V}O_{2max}$
Smith et al. ^[87]	9	8	8	$\dot{V}O_{2max}$	70% T _{max}	1:2	4	↔T _{max} , ↔3000m time, ↔ $\dot{V}O_{2max}$, ↔ $\dot{V}O_{2max}$

Table III. Summary of findings in high-intensity interval-training (HIT) studies in highly trained cyclists^a

Reference	n	HIT sessions	Raps	Intensity (% P _{peak})	Work duration	Rest duration	HIT duration (wk)	Results
Lindsay et al. ^[83]	8	6	6-8	80	5 min	60 sec	4	↑P _{peak} , ↑TT ₁₀₀ , ↑TT ₄₀
Weston et al. ^[7]	8	6	6-8	80	5 min	60 sec	4	↑P _{peak} , ↑TT ₁₀₀ , ↑TT ₄₀ , ↑β, ↔HK, ↔PFK, ↔CS, ↔3-HCoA
Westgarth-Taylor et al. ^[80]	8	12	6-9	80	5 min	60 sec	6	↑P _{peak} , ↑TT ₄₀ , ↓CHO ₂
Stepro et al. ^[81]	4	6	4	80	8 min	1 min	3	↔
Stepro et al. ^[81]	4	6	8	85	4 min	1.5 min	3	↑P _{peak} , ↑TT ₄₀
Stepro et al. ^[81]	4	6	12	90	2 min	3 min	3	↔
Laursen et al. ^[82]	7	4	20	100	1 min	2 min	2	↑P _{peak} , ↑T _{max} , ↑TT ₁₀₀
Stepro et al. ^[81]	3	6	12	100	1 min	4 min	3	↔
Stepro et al. ^[81]	4	6	12	175	30 sec	4.5 min	3	↑P _{peak} , ↑TT ₄₀

^a Changes indicated based on statistical significance at the p < 0.05 level.

ВИТ

1-3 (4)/неделю

ГОНКА

60/год (72% лыжи)

ТРЕНИРОВКА (90-95% ЧСС_{max})

1. 6x5 min (R: 2 мин)
2. 5x8 min (R: 2-3 мин)
3. 10x2-3 min (R: 1 мин)
4. 3x5x30 sec (R: 3-5 мин/30 сек)

ВИТ- + СИТ: 10-14%...

...из 800 ч всех тренировок ⇒ ~100 ч

СИТ

1-2/неделю

1. СИТ-интервалы (например 4x10-15 мин (R: 2 min))
2. Блок СИТ во время ВИТ сессии ("волна")
3. Часть 1.5-3 ч длительных тренировок (на холмистой местности)



(<80% ЧСС_{max})



БОЛЬШОЙ ОБЪЕМ НИТ

Sandbakk & Holmberg. A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014. 9(1):117-21.

Seiler. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *IJSPP* 2010. (3):276-91.

Tønnessen et al. The road to gold: training and peaking characteristics in the year prior to a gold medal endurance performance. *PLoS One*. 2014. 9(7):e101796.

Esteve-Lanao et al. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *J Strength Cond Res*. 2007. 21(3):943-9.

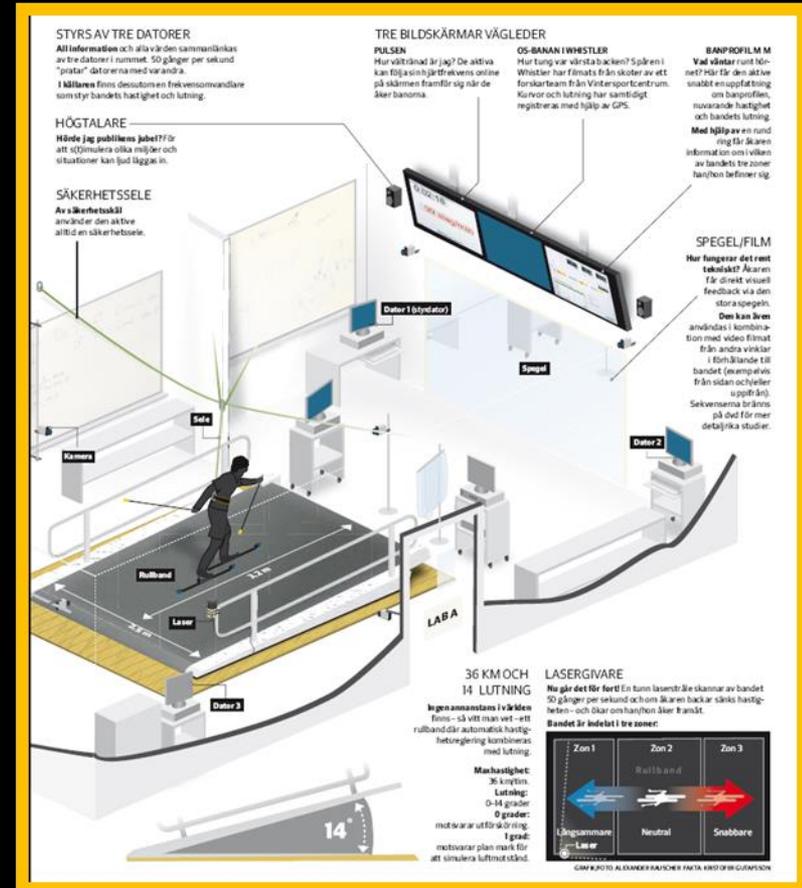
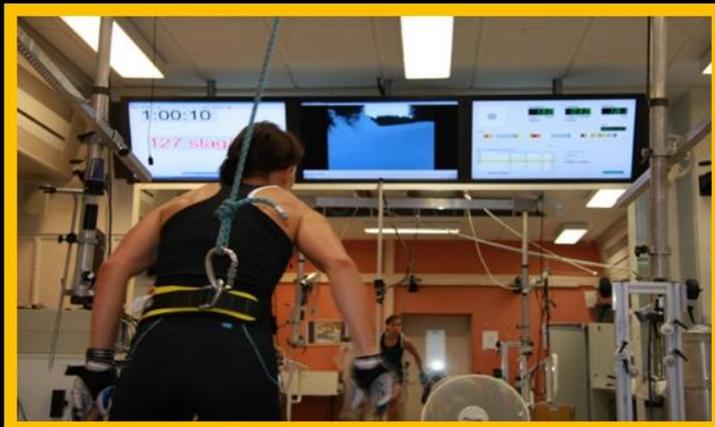
- Оба Олимпийские комитеты (NOR) и Олимпийский Комитет Швеции придерживаются одного мнения
- ИНТЕНСИВНЫЕ тренировки ОЧЕНЬ важны.
- Тем не менее, нет ЕДИНСТВЕННОГО метода или уровня интенсивности, который давал бы лучший тренировочный эффект для повышения аэробной работоспособности ($\dot{V}O_{2max}$ X % от $\dot{V}O_{2max}$ или экономичности)
- Суммирование всех тренировочных импульсов для достижения высокого уровня работоспособности.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВКИ

КУРС НА СИМУЛЯТОРАХ



Работа в подъем



Варианты

- Подтехники
- Равнина/наклон
- Скорость

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВКИ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

> 50% времени

1/3

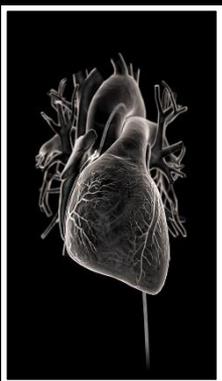
1/3

< 10% времени

1/3

Johan Olsson

>85 мл/(кг*мин)



Золото 50 К + Серебро 15 F
Чемпионат Мира, Италия 2012-2013



**Использование лыжных
тренировок в качестве
основы тренировок на
выносливость**



**Верх + Низ
тела**

3-5% выше
 VO_2 , чем при
беге



Scand J Med Sci Sports
Holmberg et al. 2006



Gustav Larsson
2nd Olympics Beijing 2008



Fredrik Kessiakoff
La Vuelta a España 2012

Периодизация

5x4/3
90-95% ЧСС_{max}



9 ВИТ

9

3 НІТ

3 НІТ

3 НІТ

Неделя 1

Неделя 2

Неделя 3

0 ВИТ

Неделя 1

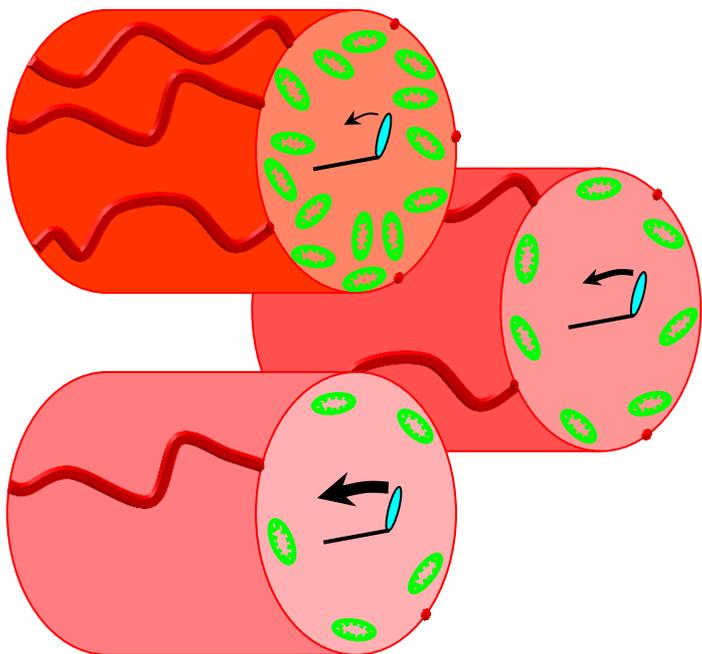
Неделя 2

0 ВИТ

Неделя 3

Тип волокна 2A

"Супер-тип волокна"



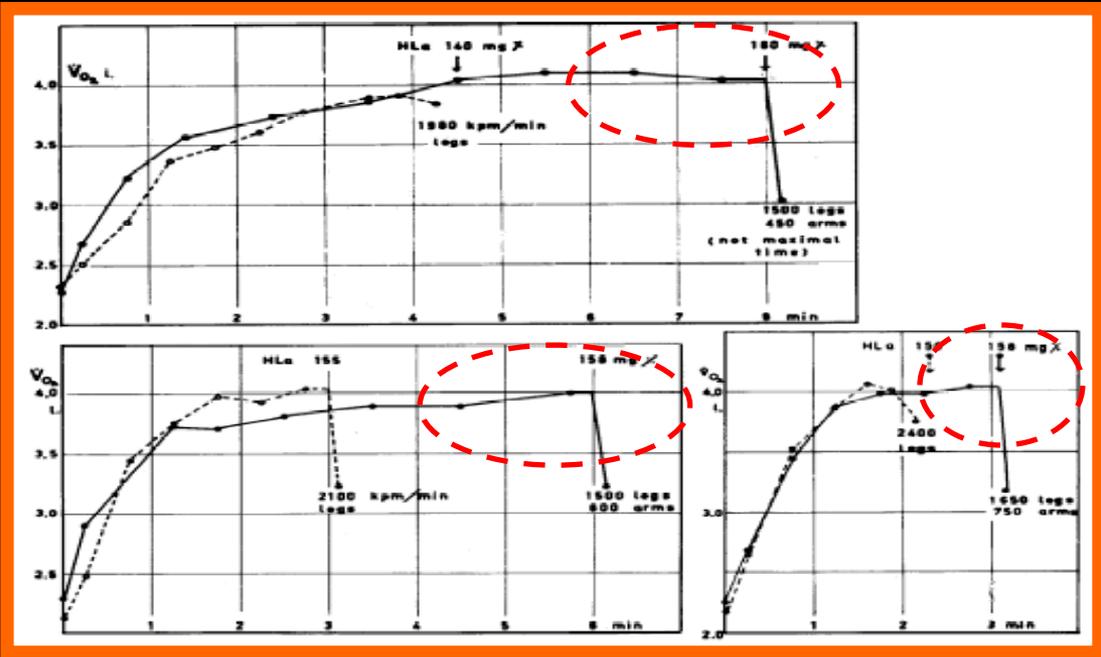
Плечевой пояс и спина



Руки + тело + голова
67.8% МТ (Зима 1990)

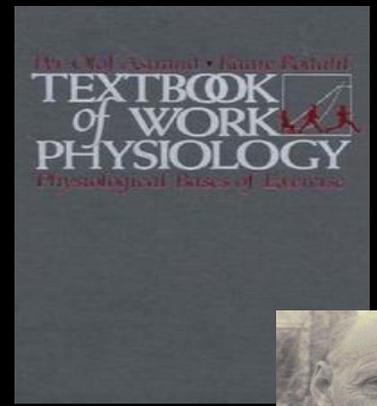
Тренировки на выносливость

Сила/Мощность



Сравнение продолжительности упражнения при заданной нагрузке:
 раскрытка руками (A), ногами (L),
 и руками +ногами (A+L)

A+L в 2 раза дольше, чем только L





Варианты для одновременного бесшажного:

1. Делай больше
2. Низкая интенсивность
3. Высокая и Средняя интенсивность
4. Спринты
5. Силовые тренировки
6. Модификации техник

Scand J Med Sci Sports 2006; 16: 121-126
Printed in Singapore. All rights reserved.
DOI: 10.1111/j.1600-0888.2005.00661.x

© 2005 Blackwell Publishing Ltd
SCANDINAVIAN JOURNAL OF
MEDICINE & SCIENCE
IN SPORTS

Upper body training and the triceps brachii muscle of elite cross country skiers

Eur J Appl Physiol (2004) 92: 123-127
DOI 10.1007/s00421-004-1042-4

ORIGINAL ARTICLE

Johanny E. Nilsson · Hans-Christer Holmberg
Per Tveit · Jonelle Hallén

**Effects of 20-s and 180-s double poling interval training
in cross-country skiers**

Короткая интервальная ВИТ - длительное восстановление

3 раза / неделю: 11-15 интервалов

20 с

120 с

Выходная
мощность

Пик

30 с

6 мин



Nilsson et al.
EJAP 2004

“Маленькая боль для большой пользы?”

4-6x30 с работа/

4.5 мин восстановления

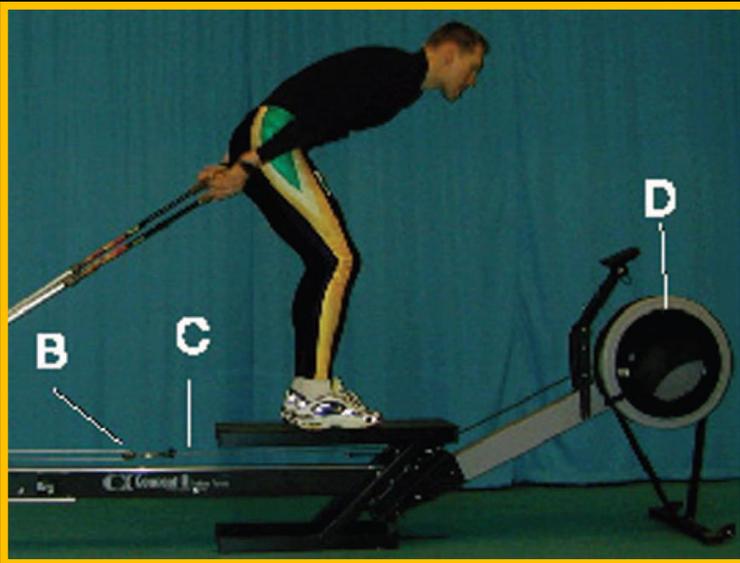
Выходная мощность

$VO_{2\text{пик}}$

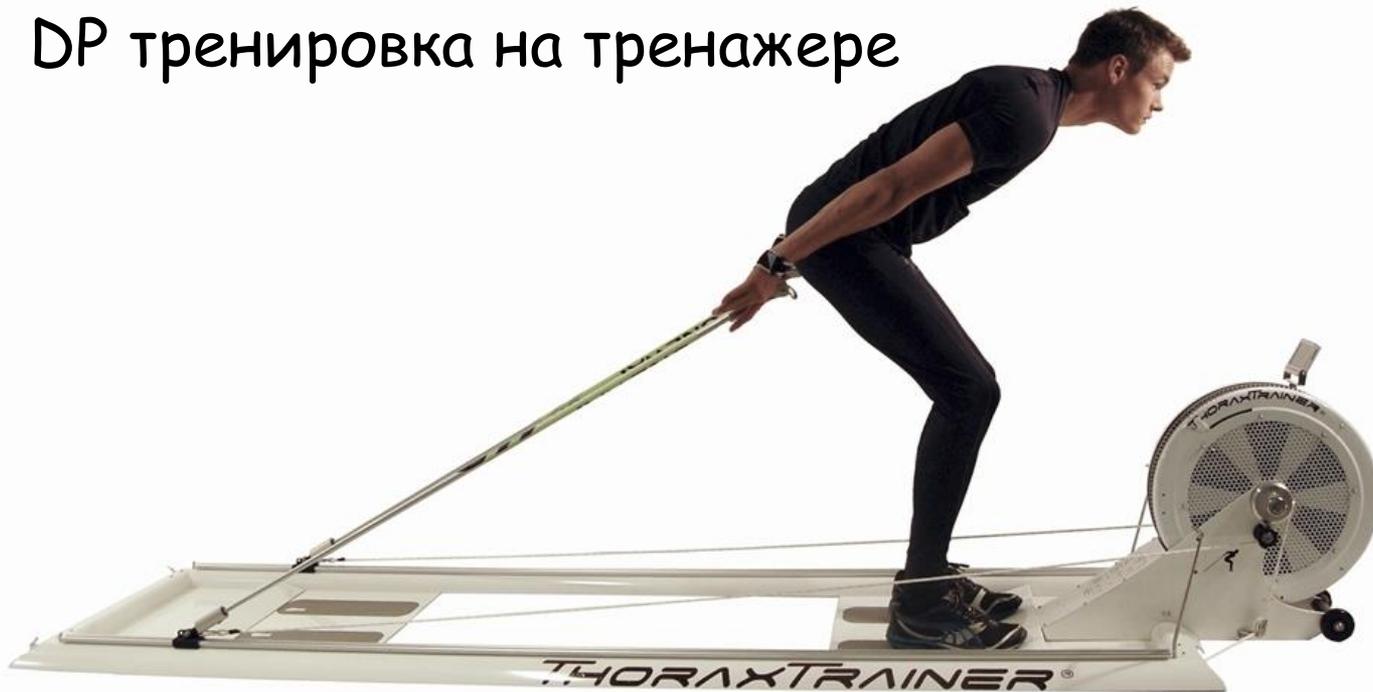
Мышцы



Burgomeister et al. J Physiol 2008



DP тренировка на тренажере



= прекрасный способ увеличить работоспособность
мышц плечевого пояса и спины

Сила & мощность



пример - две элитных лыжницы



ОИ/КМ
4 Золото
7 Серебро
3 Бронза

МТ = 75 кг

Жим лежа: **85 кг** (1.1xМТ)
Тяга: **75 кг** (1.0xМТ)
Подъем штанги: **90 кг** (1.2xМТ)
Приседания
со штангой: **130 кг** (1.7xМТ)



ОИ/КМ
4 Золото
7 Серебро
3 Бронза

МТ = 59 кг

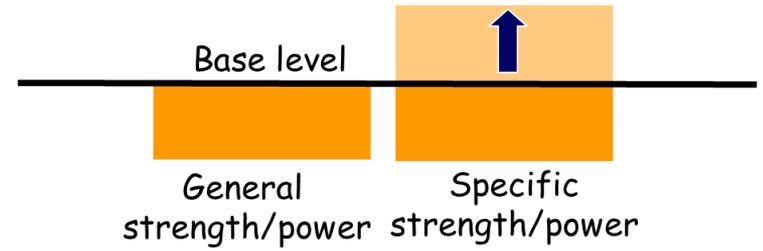
Жим лежа : **60 кг** (1.0xМТ)
Тяга: **55 кг** (0.9xМТ)
Подъем штанги : **57.5 кг** (1.0xМТ)
Приседания
со штангой: **92.5 кг** (1.6xМТ)

1RM



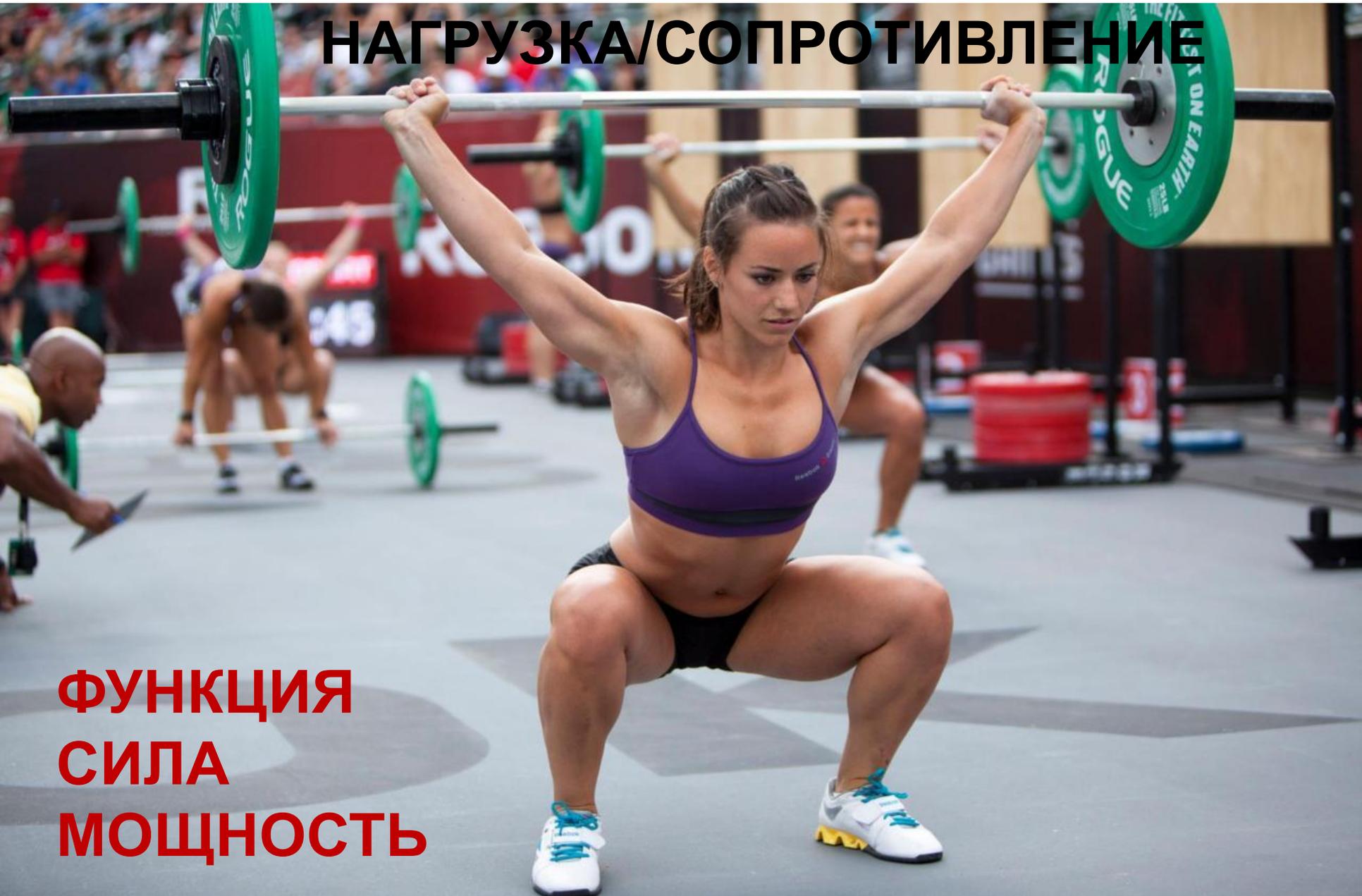
General strength and kinetics: fundamental to sprinting faster in cross country skiing?

T. Stöggl^{1,2}, E. Müller^{1,2}, M. Ainegren^{3,4}, H.-C. Holmberg^{3,5}



НАГРУЗКА/СОПРОТИВЛЕНИЕ

**ФУНКЦИЯ
СИЛА
МОЩНОСТЬ**



Специфический силовой эффект в различных техниках

General strength and kinetics: fundamental to sprinting faster in cross country skiing?

T. Stöggl^{1,2}, E. Müller^{1,2}, M. Ainegren^{3,4}, H.-C. Holmberg^{3,5}



	DP	DIA	V2
Strength tests			
Brutal bench (reps)	0.65**	0.51 NS	0.26 NS
Bench press: 1RM (kg)	0.24 NS	0.28 NS	0.57*
Bench press: power at 70 kg (W)	0.66**	0.59*	0.37 NS
Bench pull: 1RM (kg)	0.51 NS	0.61**	0.48 NS
Bench pull: power at 60 kg (W)	0.67**	0.72**	0.43 NS
Bench pull: peak power (W)	0.48 NS	0.71**	0.43 NS
Squat jump: jump height (m)	0.43 NS	0.59*	0.68**
Squat jump: peak force (N)	0.68**	0.55*	0.23 NS
Squat jump: rate of force development (N/s)	0.75**	0.66**	0.27 NS





1. Isolated session
2. Prior to or after a shorter LIT session
3. Focus on upper body
4. Free weights
5. BASIC

Physiological Changes Associated with the Pre-Event Taper in Athletes

Iñigo Mujika,^{1,2} Sabino Padilla,¹ David Pyne² and Thierry Busso³

1 Department of Research and Development, Medical Services, Athletic Club of Bilbao, Basque Country, Spain

2 Department of Physiology, Australian Institute of Sport, Canberra, ACT, Australia

3 Research Group, Physiology and Physiopathology of Exercise and Handicap, University of Saint-Etienne, Saint-Etienne, France

POWER SMB MED FORM !

Table VI. Effects of the taper on muscular strength and power

Study (year)	Athletes	Taper duration (days)	Strength and/or power	Performance measure	Performance outcome (%)
Costill et al. ^[9] (1985)	Swimmers	14	↑	46–1509m competition	2.2–4.6 impr
Cavanaugh and Musch ^[2] (1989)	Swimmers	28	↑	46–1509m competition	2.0–3.8 impr
Prins et al. ^[122] (1991)	Swimmers	28	↔	NR	NR
Johns et al. ^[7] (1992)	Swimmers	10–14	↑	46–366m competition	2.0–3.7 impr
Shepley et al. ^[90] (1992)	Runners	7	↑	Treadmill time to exhaustion	6–22 impr
Gibala et al. ^[123] (1994)	Strength trained	10	↑	Voluntary elbow flexor strength	≈7 impr
Houmard et al. ^[95] (1994)	Runners	7	↔	5km treadmill time trial	2.8 impr
Martin et al. ^[124] (1994)	Cyclists	14	↑	Incremental maximal test	8.0 impr
Raglin et al. ^[14] (1996)	Swimmers	28–35	↑	Competition	2.0 impr
Hooper et al. ^[6] (1998)	Swimmers	14	↑	100m, 400m time trial	↔
Hooper et al. ^[49] (1999)	Swimmers	14	↔	100m time trial	↔
Trappe et al. ^[17] (2000)	Swimmers	21	↑	Competition	3.0–4.7 impr

impr = improvement; NR = not reported; ↑ indicates increased; ↔ indicates unchanged.

Тренировочные
планы и
периодизация – на
основе научных и
практических знаний

НАГРУЗКА

ВОССТАНОВЛЕНИЕ

ПРОГРЕСС



International Journal of Sports Physiology and Performance, 2014, 9, 117-121
<http://dx.doi.org/10.1123/IJSP.2013-0373>
© 2014 Human Kinetics, Inc.

INTERNATIONAL JOURNAL OF
**SPORTS PHYSIOLOGY
AND PERFORMANCE**
www.IJSP-Journal.com
INVITED COMMENTARY

A Reappraisal of Success Factors for Olympic Cross-Country Skiing

Øyvind Sandbakk and Hans-Christer Holmberg

ТРЕНИРОВКА

750-950 Ч (60% Май-Окт; 40% Ноя-Апр)

670-830 ч тренировки на выносливость (~10% на высоте >1500 м)

60-75% тренировок на выносливость – это лыжи/лыжероллеры

Интенсивность упражнений во время тренировок на

ВЫНОСЛИВОСТЬ

- высокая интенсивность (>87% ЧСС): **6-8%**
- средняя интенсивность (80-87% ЧСС): **4-6%**
- низкая интенсивность (60-80% ЧСС): **86-89%**

75-100 h Сила & Мощность

15-20 h Специальные скоростные упражнения

СОРЕВНОВАНИЯ

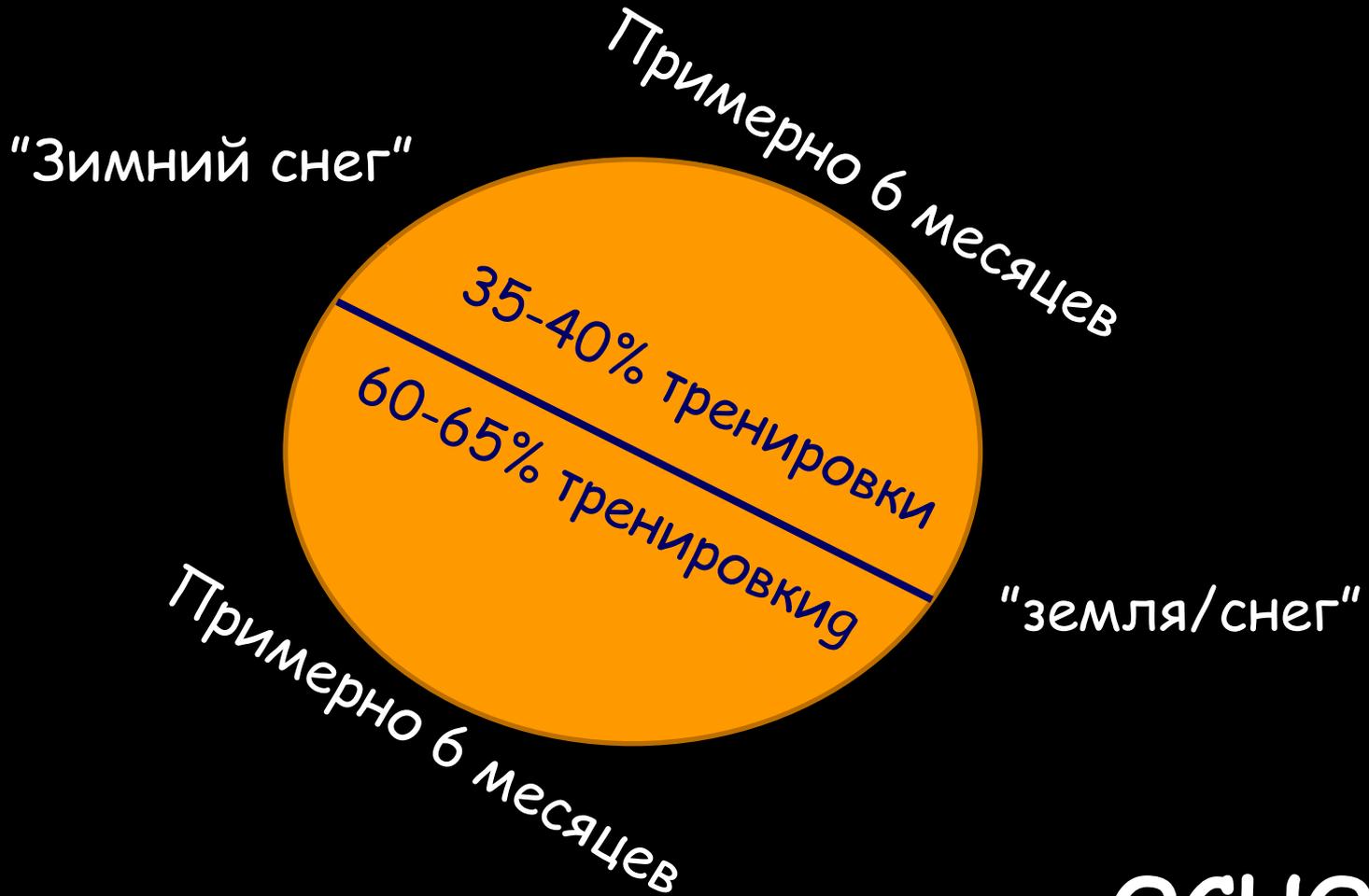
48-62

Ноя-Апр: **35-44**

Май-Окт (бег, лыжероллеры):

10-20

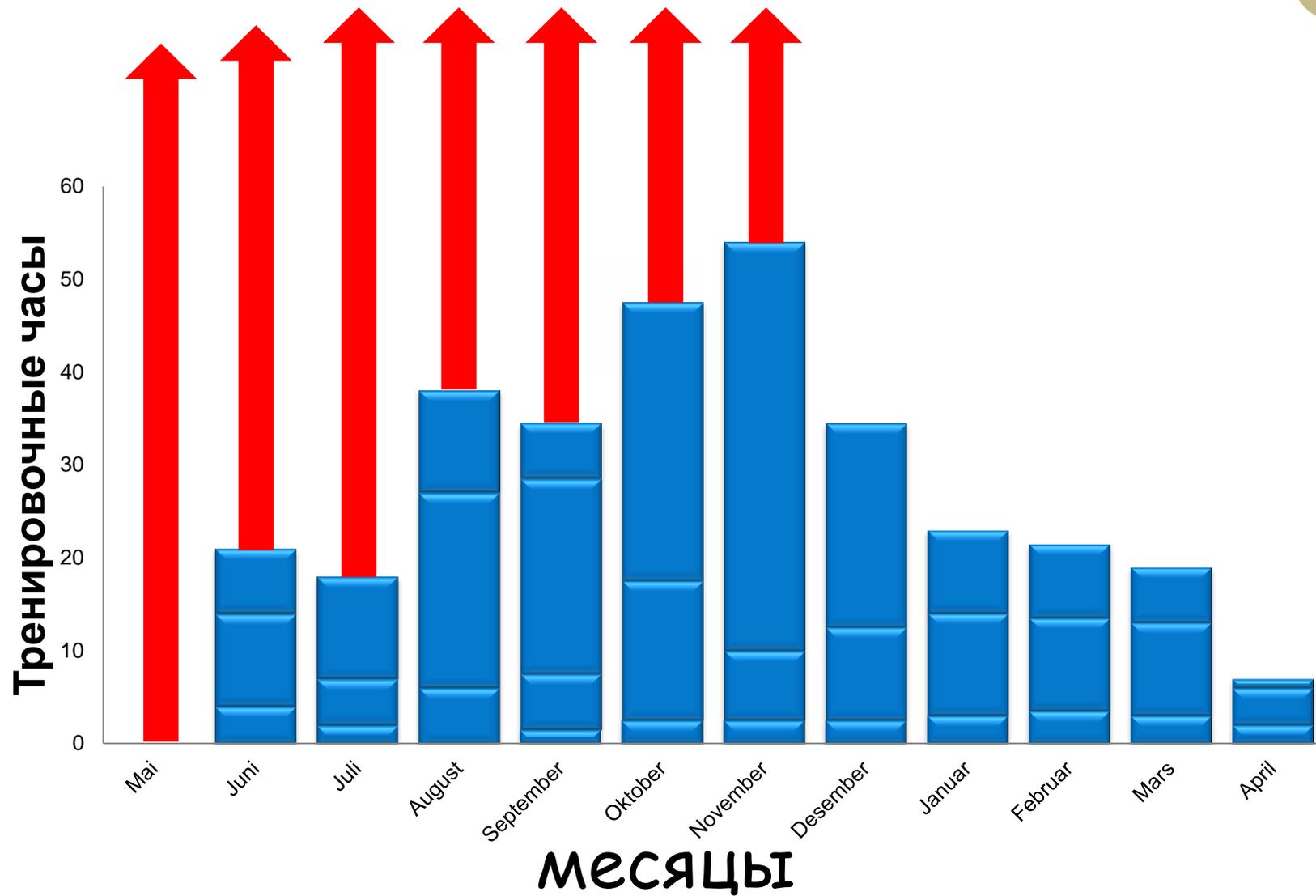
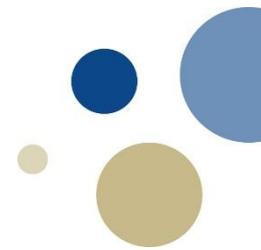
6. "Тренировочный и соревновательный сезон"



ОСНОВА

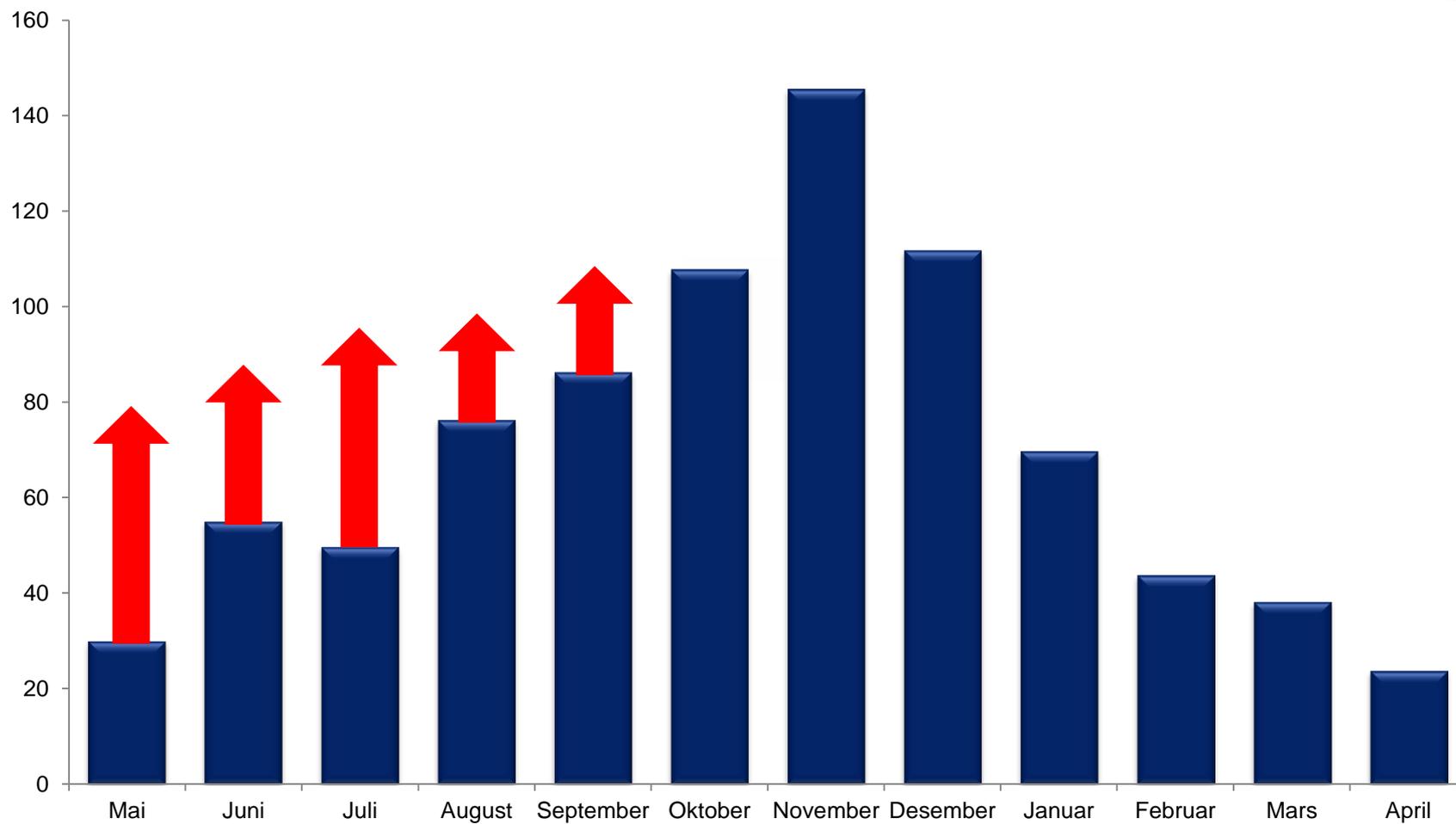


...50 лет назад....





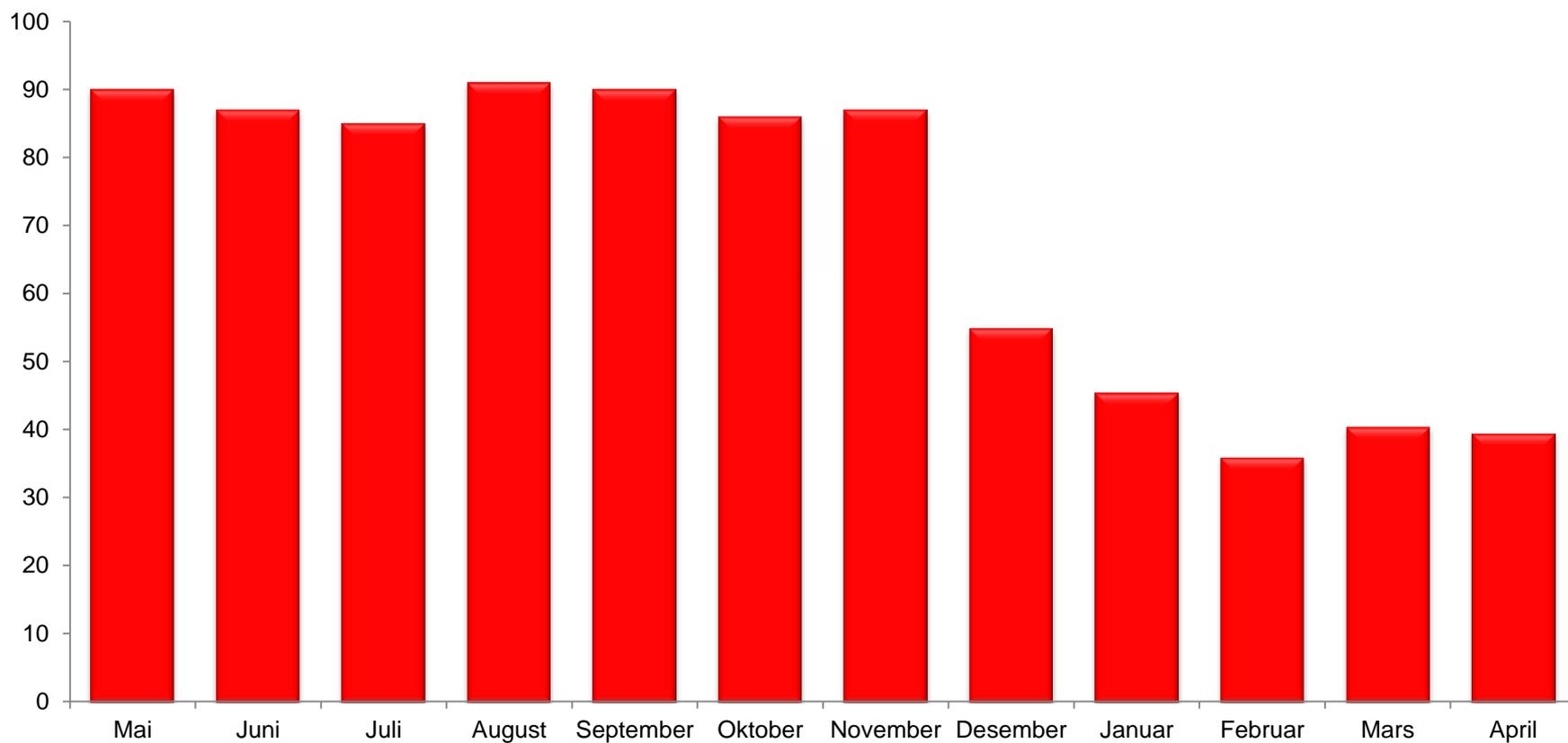
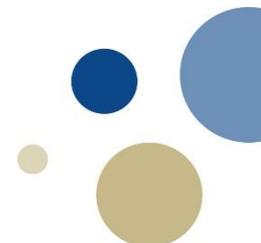
...35 лет назад...



МЕСЯЦЫ

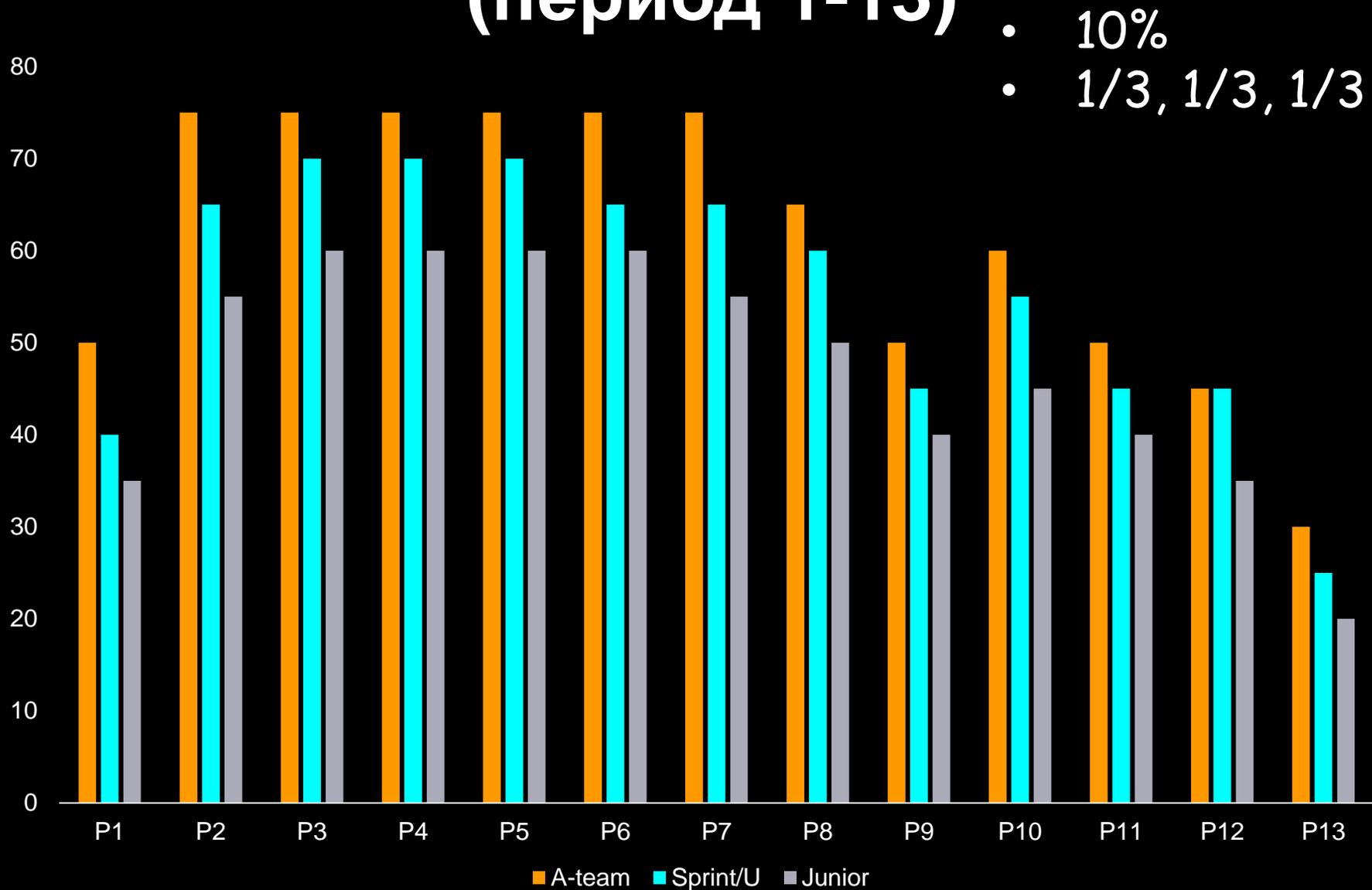


...20 лет назад...

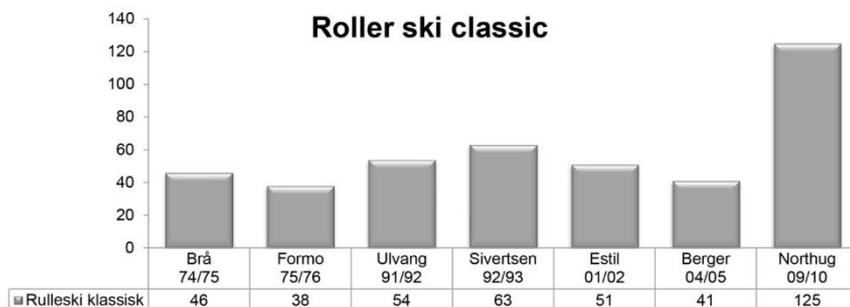
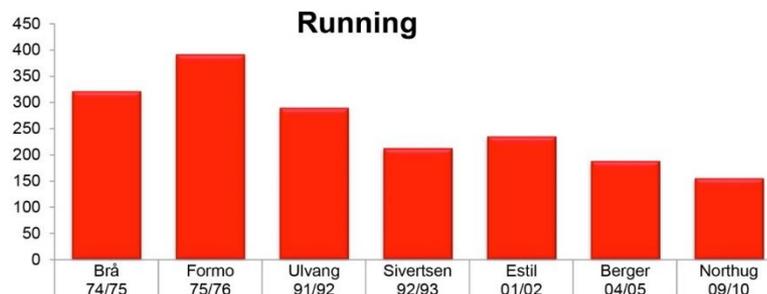


МЕСЯЦЫ

Общий объем (Швеция) (период 1-13)



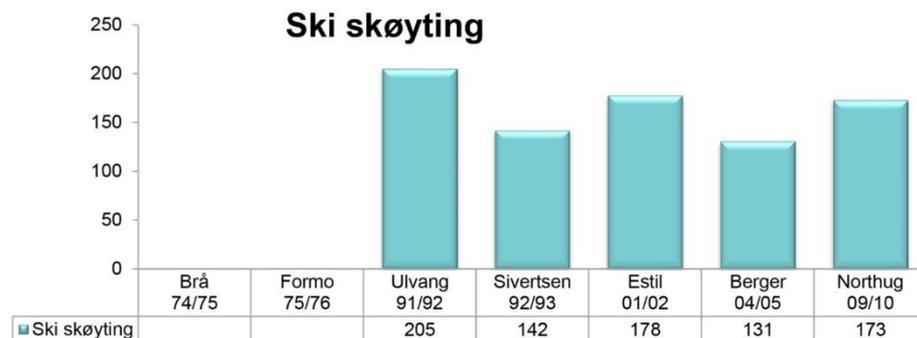
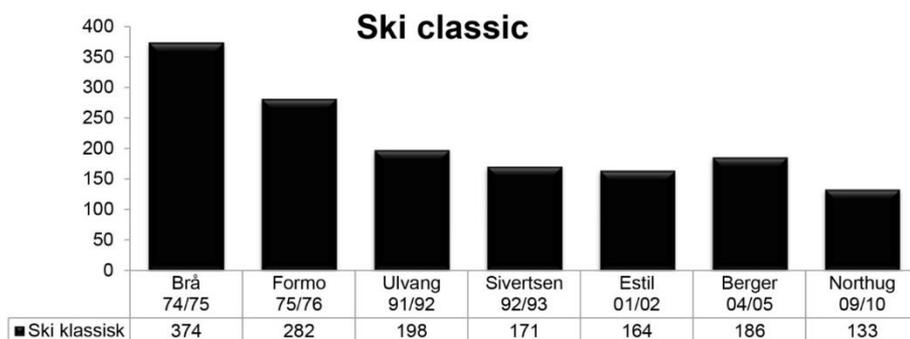
БЕГ + ЛЫЖЕРОЛЛЕРЫ



**НОРВЕЖСКИЕ ЛЫЖНИКИ
1974-2010**



ЛЫЖНЫЕ ТРЕНИРОВКИ (НА СЧЕТУ)



**НОРВЕЖСКИЕ ЛЫЖНИКИ
1974-2010**

Тренировочная задача

10-12 тренировок
в неделю

	УТРО	ВЕЧЕР
Понедельник		
Вторник		
Среда		
Четверг		
Пятница		
Суббота		
Воскресенье		

Тренировочная задача

10-12 тренировок в
неделю

	Утро	До обеда	После обеда	Вечер
Понедельник				
Вторник				
Среда				
Четверг				
Пятница				
Суббота				
Воскресенье				

Техники

Скорость

Равнина/рельеф

Цель тренировки

- ВИ/СИ
- Сверх длинная НИТ
- Сила/мощность
- Дополнительные тренировки на выносливость
- Плечевой пояс/ноги/все тело

Тренировочная задача

	Утро	До обеда	После обеда	Вечер
Понедельник				
Вторник		ВИ_ноги		
Среда				
Четверг			ВИ_руки	
Пятница			ВИ_все тело	
Суббота			ВИ_руки	
Воскресенье	ОТДЫХ			

Большинство лыжников тренируется 1-3 раза в день 10-12 раз в неделю и 1-2 дня отдыха.

Инструменты

Качество тренировки

Интенсивность

Время

Частота



- Нагрузка
- Специфичность
- Продолжительность
- Продвижения
- Вариации
- Компенсация/восстановление
- Система/системность
- Индивидуальный подход
- Периодизация
- Блоковый принцип

5.



Восстановление

Восстановление

- Между тренировками (в течение дня)
- Между днями на тренировочной неделе
- После блока интенсивных тренировок

- После соревнований

Восстановление



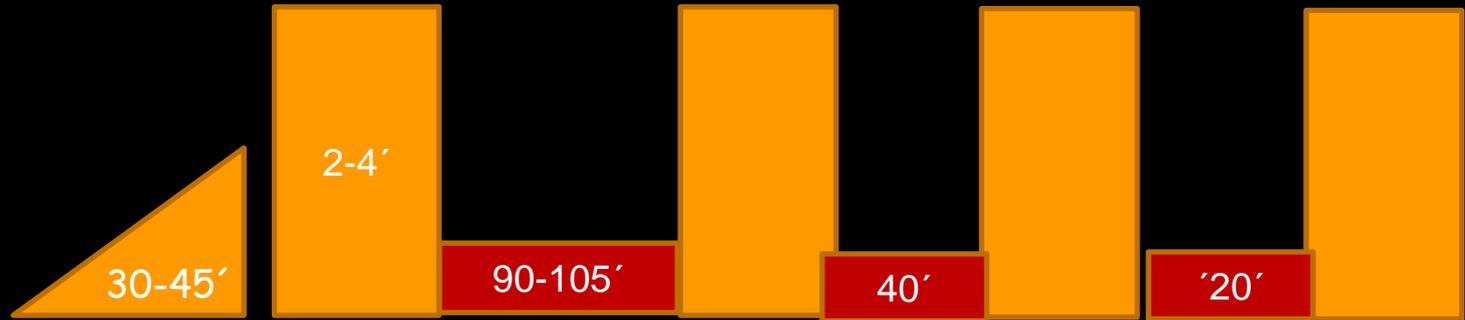
Мышечная масса
Быстрые/медленные мышечные
волокна
Интенсивность тренировки
Возраст
Пол



Окружающие факторы

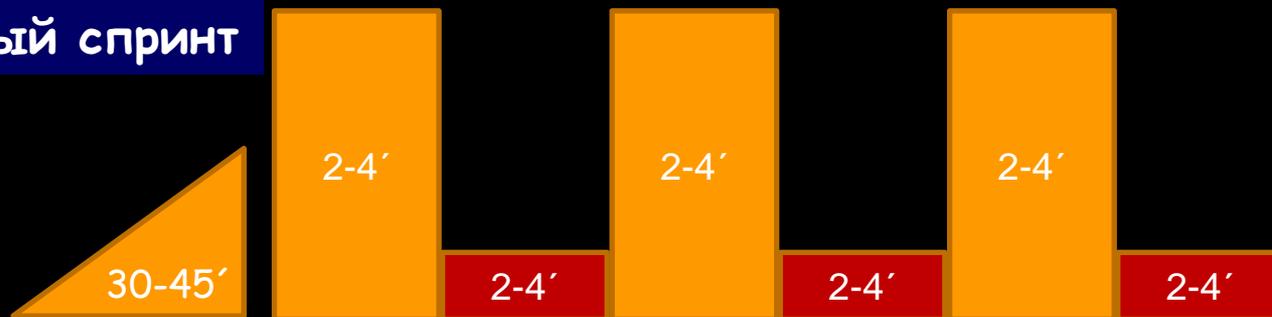
Общий объем: 8-16' ВИ

спринт



Общий объем: 12-24' ВИ

Командный спринт



ATHLETIC EXCELLENCE

Ability to maintain ...

TECHNICAL excellence

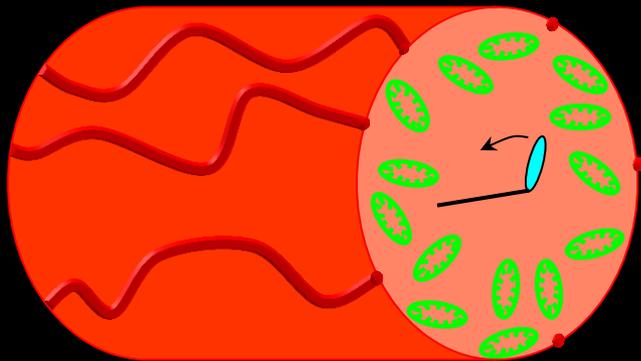
at **SPEED**

under **PRESSURE**

when **FATIGUED**



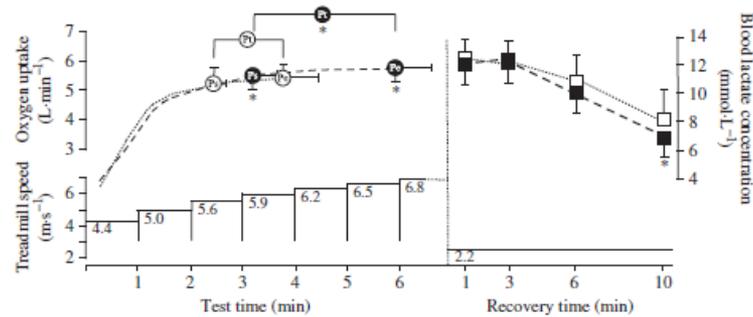
ВОССТАНОВЛЕНИЕ



ОТДЫХ	Мышцы La	pH
0 мин	36	6.5
5 мин	18	6.7
10 мин	9	6.82
15 мин	5	6.95
20 мин	3	7.02
30 мин	2	7.05

The physiology of world-class sprint skiers

Спринт Мировой уровень vs Национальный уровень



Мировой уровень vs национальный уровень

Субмаксимальный тест

- Более высокая эффективность в субмаксимальном тесте

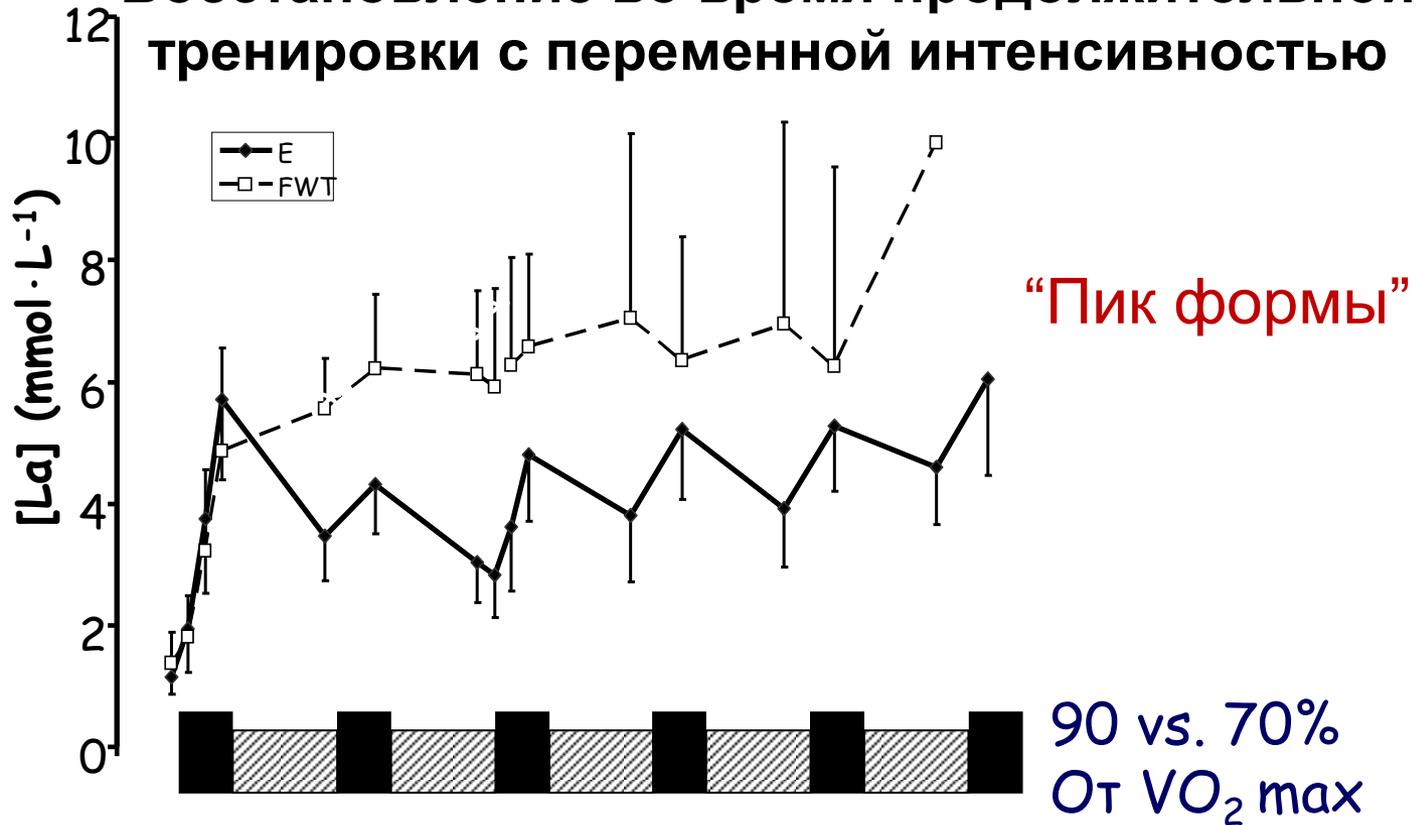
Максимальный тест

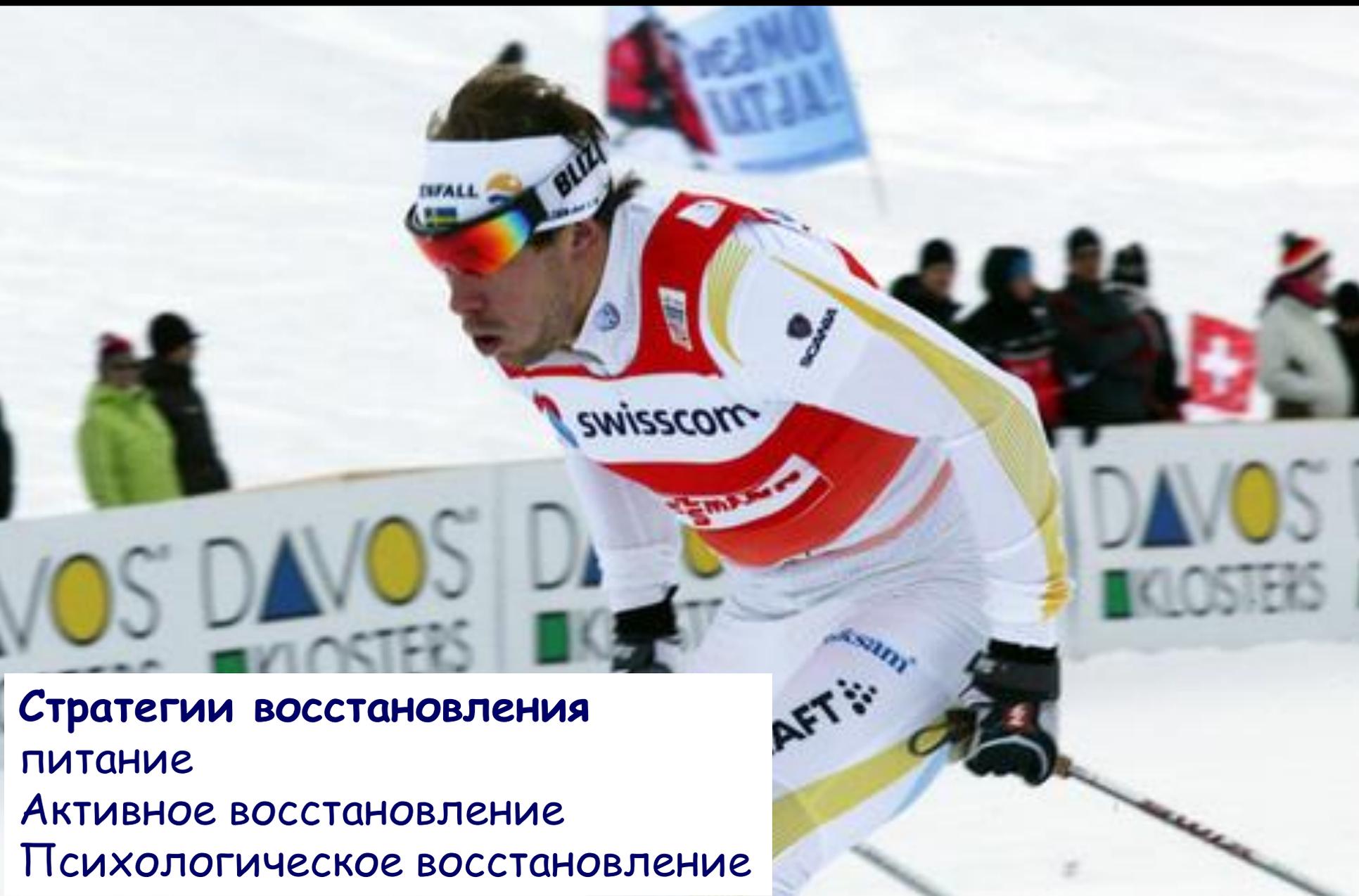
- VO₂ пик выше на 8%
- В 2 раза длиннее время на плато во время VO₂ пикового теста
- V_{пик} выше на 8%

Более быстрое восстановление

Нестабильное упражнение: при выполнении упражнения чередуются сверх-максимальная и субмаксимальная интенсивности

Восстановление во время продолжительной тренировки с переменной интенсивностью





Стратегии восстановления
питание
Активное восстановление
Психологическое восстановление

Технологии

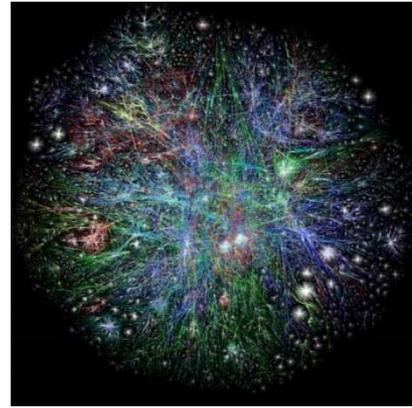
**WORLD
LEADING**

WORLD CLASS

HIGH PERFORMANCE

ТЕХНОЛОГИИ ВЫСТУПЛЕНИЯ





Munich 1972

MEXICO 1968

1970



2010

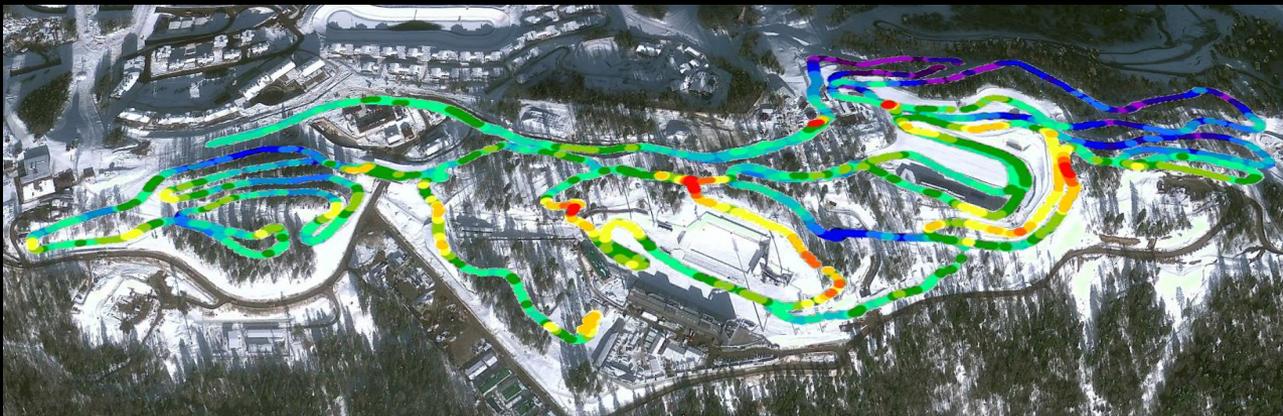


Умная организация



ЦИФРОВАЯ АРЕНА





Исследования сфокусированы на спортсмене

Биомеханические аспекты

Питье во время гонки

Анализ соревнований

Горные тренировки

Пол

ПО для мониторинга/
идентификации техник



Физиологические характеристики

Восстановление

Влияние курса профиля

Анализ тренировки

Различные вилы толчков

Влияние экипировки



СПОРТСМЕН-ТРЕНЕР-ТРАНСЛЯЦИЯ-НАУКА

Заключительная часть...





You cannot discover new land
without first loosing sight of
the shoreline

André Gide, french author



СПАСИБО