

Monitoring w treningu siły i mocy mięśniowej

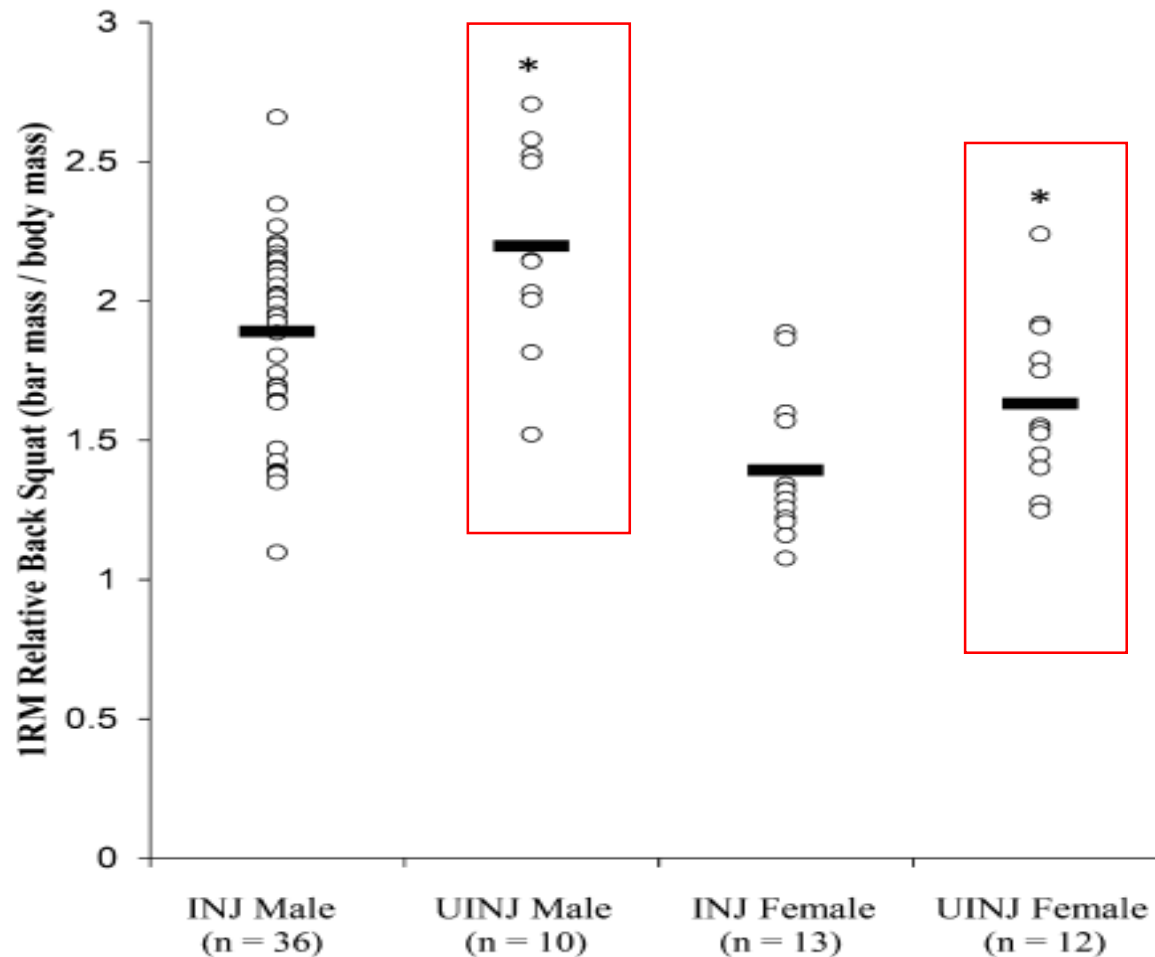
Dr Amit Batra

Polski Związek Lekkiej Atletyki



Dlaczego warto być silnym?

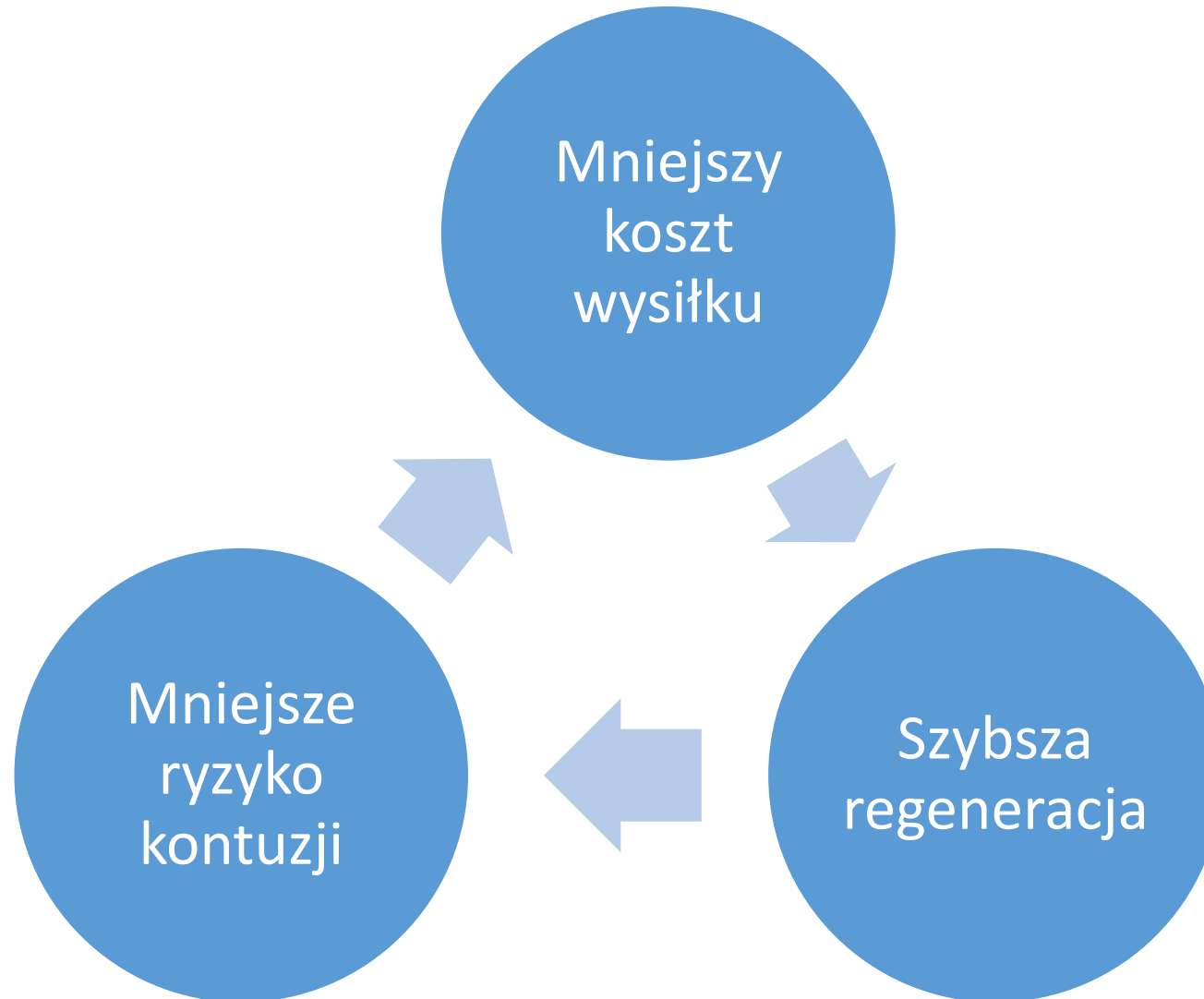
- A total of 71 athletes from football (n = 46), softball (n = 10), and volleyball (n = 15)



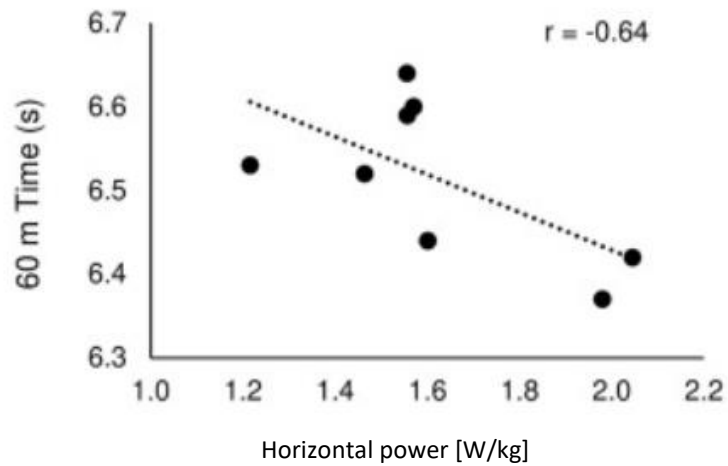
Siła a ryzyko kontuzji

Case et al. 2020

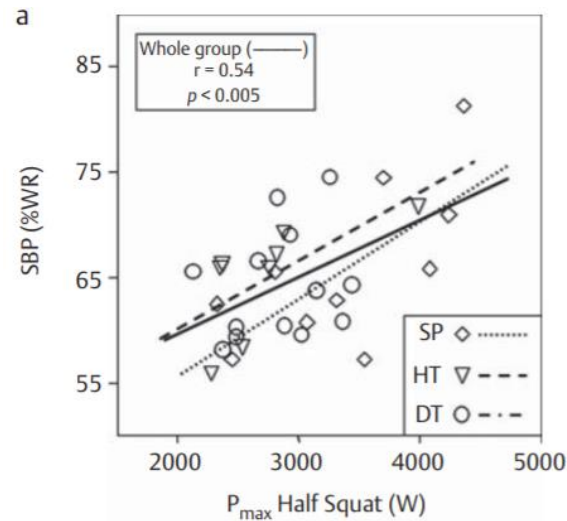
Siła mięśniowa



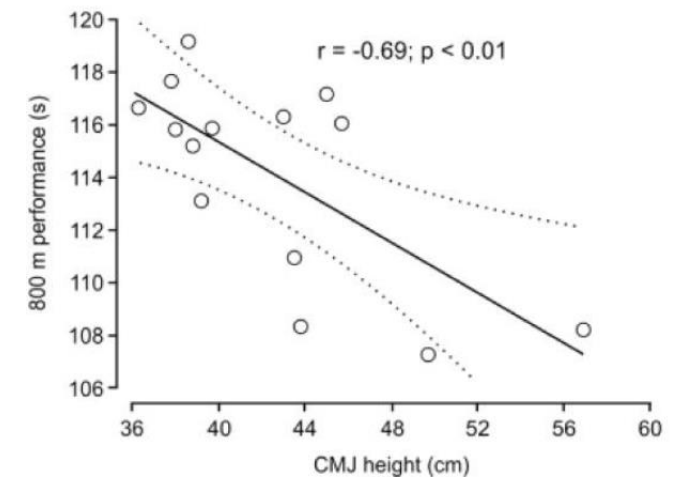
MOC I SIŁA MIĘŚNIOWA



Walker et al. 2021



Bourdin et al. 2010

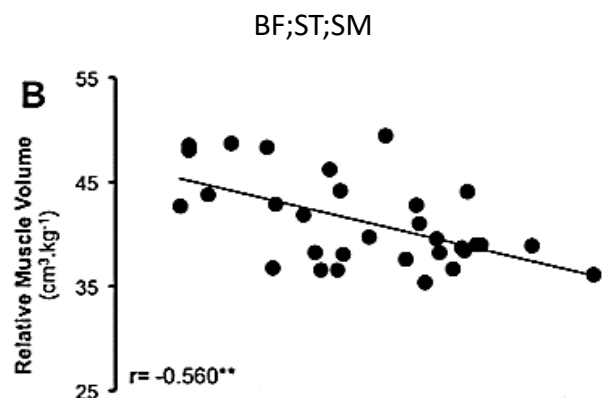
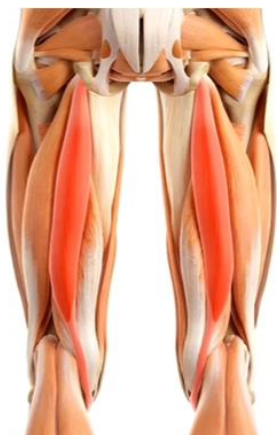


Benchero- Mena et al. 2017

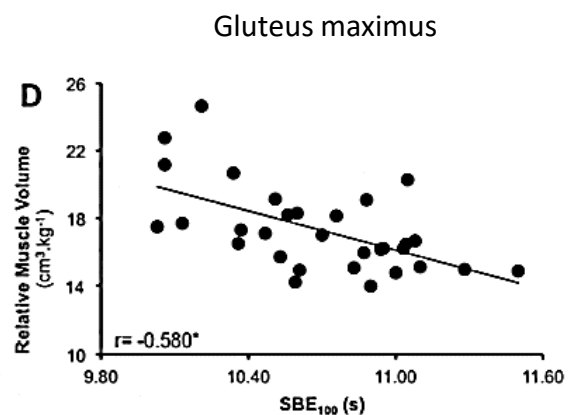
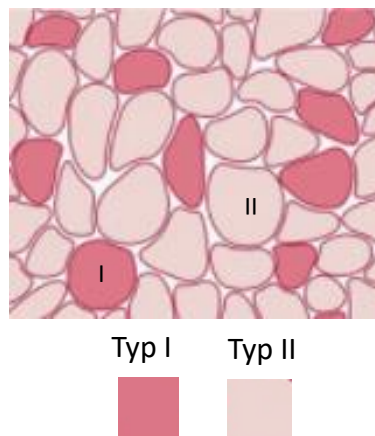
CZYNNIKI MORFOLOGICZNE I NEURONALNE KONKURENCJE BIEGOWE

TKANKA MIĘŚNIOWA

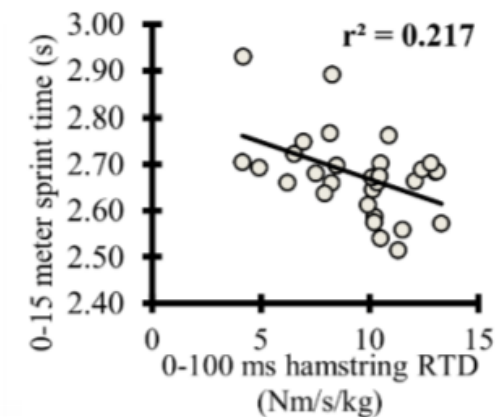
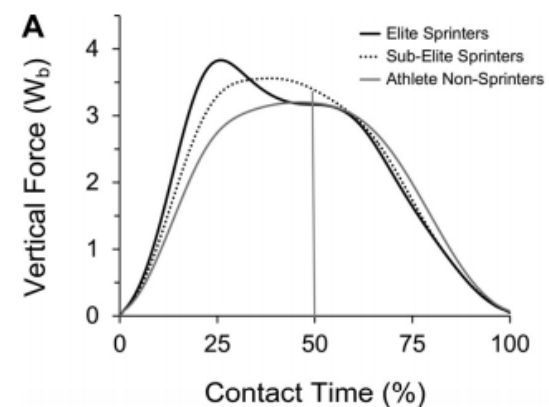
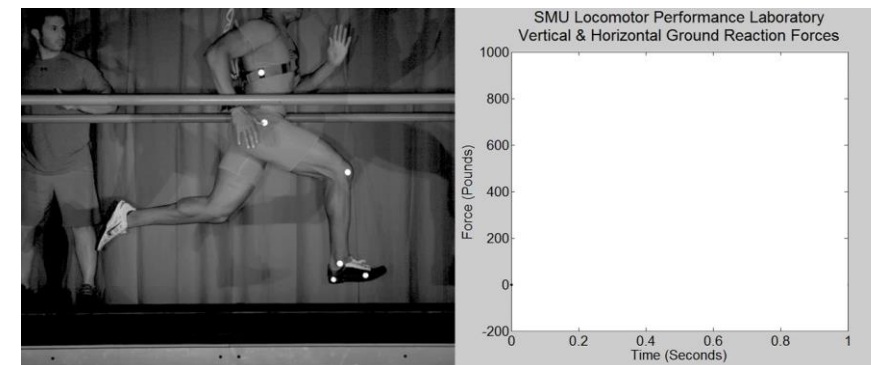
10.8 vs. 10.1



GRUBOŚĆ WŁÓKIEN MM.



UKŁAD NERWOWY



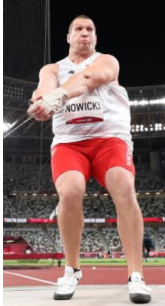
CZYNNIKI MORFOLOGICZNE I NEURONALNE RZUTY

Beztłuszczowa masa ciała

$r = 0.7 - 0.9$



$r = 0.81$



$r = 0.55$



NS



Czynniki neuronalne

VL EMG $r = 0.91$

PEC EMG $r = 0.75$



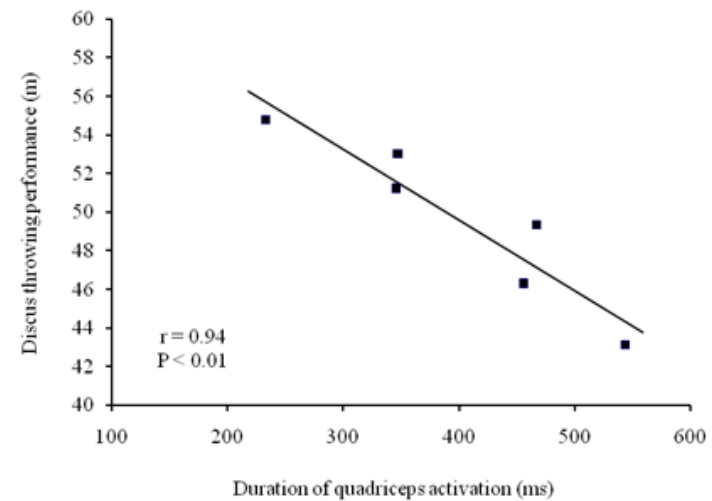
Rodzaj włókien mięśniowych

Kulomiot nr 1: 22.75 m; włókna II 40% - CSA II 66.6%

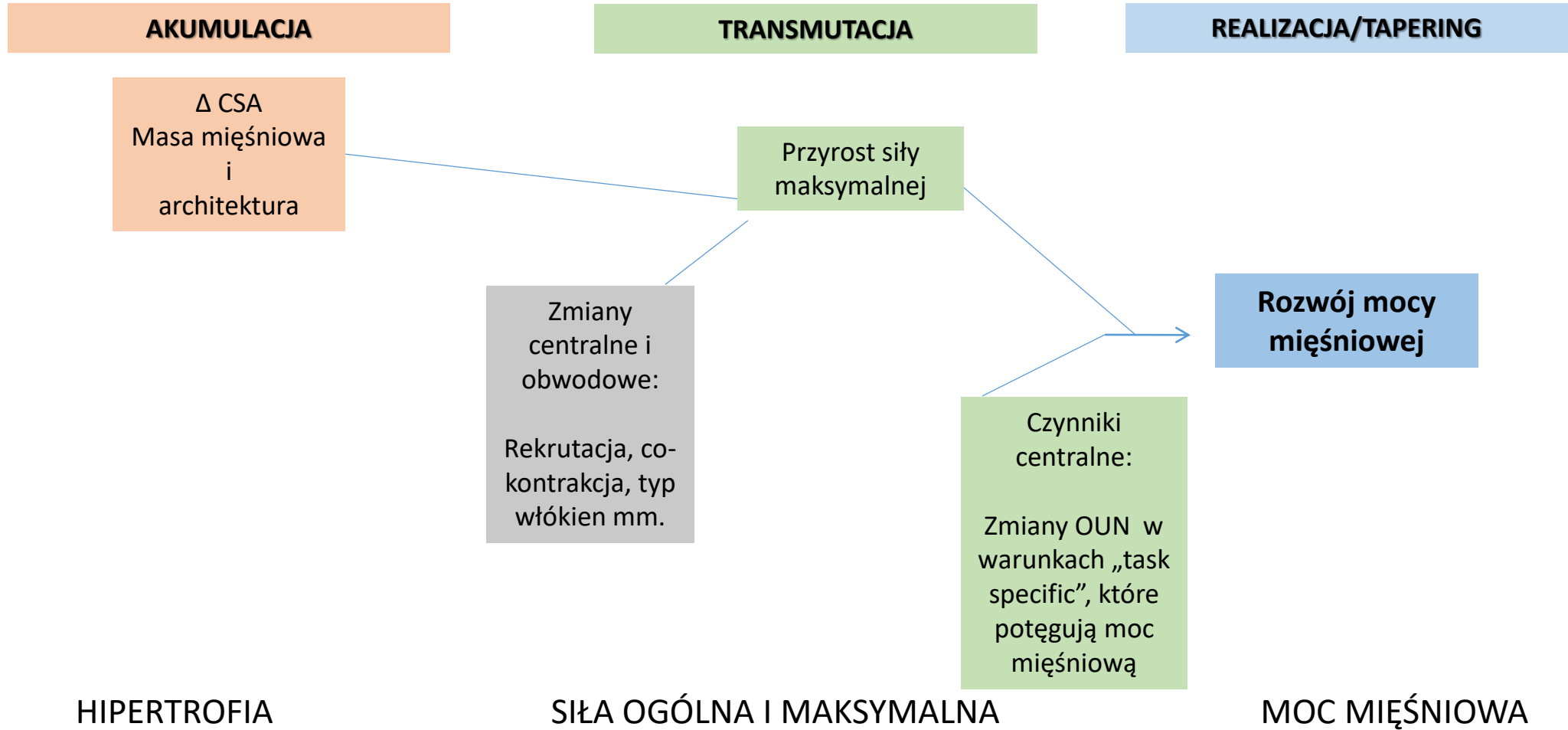
Kulomiot nr 2: 21.02 m; włókna II 67% - CSA II 74.5%



RFD



Jak rozwijać moc mięśniową?



Czy każda hipertrofia jest taka sama?

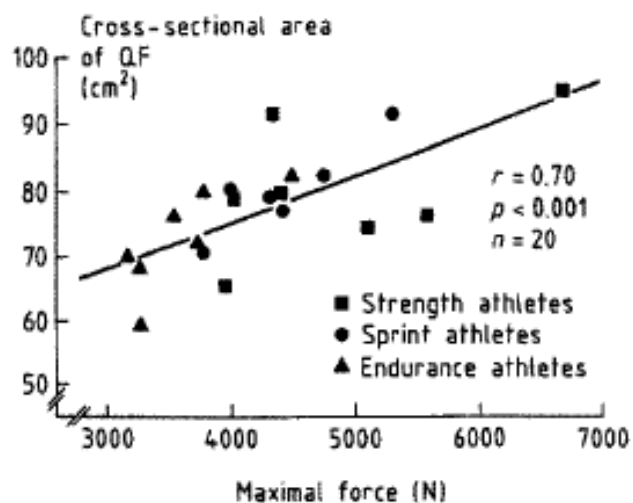


Fig. 3. The relationship between the cross-sectional area of the quadriceps femoris muscle and maximal voluntary isometric leg extension force

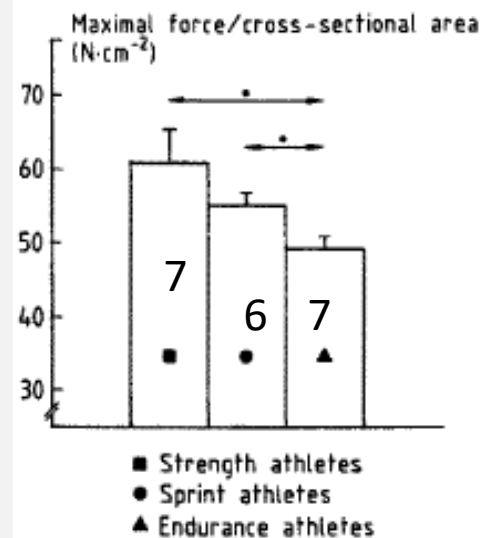
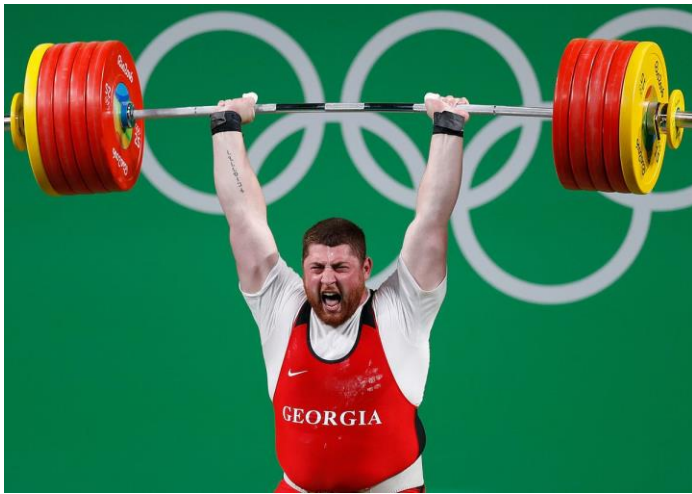
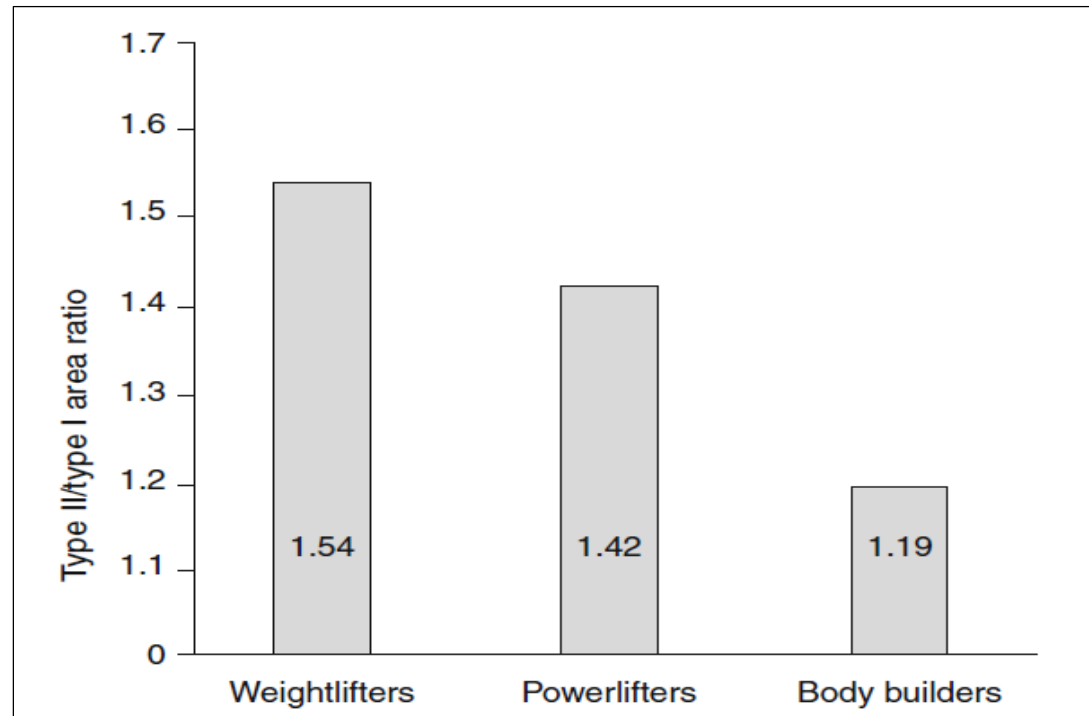


Fig. 4. Mean (\pm SE) maximal voluntary isometric leg extension force per cross-sectional area of the quadriceps femoris muscle (* = $p < 0.05$)



II / I CSA ratio



Fry et al. 2004

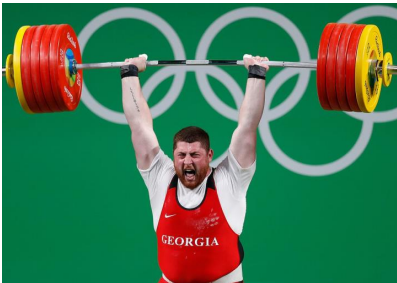
TRENING BEZ UPADKU MIĘŚNIOWEGO

Nie doprowadzaj mięśni do skrajnego wyczerpania

Wykonuj ruch balistycznie

Intencja – niezależnie od obciążenia

1. Większa hipertrofia włókien **typu II**
2. Korzystne zmiany w **II/I CSA ratio**
3. Większy zysk przy niższym poziomie zmęczenia



TRENING DO UPADKU MIĘŚNIOWEGO

3 RM – Jesteś w stanie pokonać ciężar 3x

8 RM – jesteś w stanie pokonać ciężar 8x

W obu przypadkach dochodzi do wyczerpania/upadku mięśniowego

1. Większa hipertrofia włókien **typu I**
2. Niewielka zmiana **II/I CSA ratio** (drag – gorsza moc i siła)
3. Niepotrzebne zmęczenie – gorsza adaptacja



Comparison of Weightlifting, Traditional Resistance Training and Plyometrics on Strength, Power and Speed: A Systematic Review with Meta-Analysis

Stephanie J Morris¹, Jon L Oliver^{2 3}, Jason S Pedley², G Gregory Haff^{4 5}, Rhodri S Lloyd^{2 3 6}

National Strength and Conditioning Association Position Statement on Weightlifting for Sports Performance

Paul Comfort,^{1,2} G. Gregory Haff,^{1,2} Timothy J. Suchomel,^{1,3} Marcos A. Soriano,⁴ Kyle C. Pierce,⁵ W. Guy Hornsby,⁶ Erin E. Haff,^{1,7} Lesley M. Sommerfield,⁸ Shyam Chavda,^{9,10} Stephanie J. Morris,¹¹ Andrew C. Fry,¹² and Michael H. Stone¹³

- Trening podnoszenia ciężarów jest efektywniejszy w poprawie szybkości, zmiany kierunku biegu i wysokości skoku w porównaniu do tradycyjnego treningu oporowego
- Trening podnoszenia ciężarów posiada niewielką przewagę nad plyometrią (brak istotności statystycznej)
- Należy pamiętać, iż podnoszenie ciężarów może wpływać na poprawę siły mięśniowej w większym stopniu niż trening plyometryczny

Rozwój mocy mięśniowej

Jakie ćwiczenia generują największą moc mięśniową/RFD?

Exercise	Relative power outputs; male (W/kg)	
Jerk	44–80 ^a	High-force and high-velocity movements
Snatch	34–80 ^a	
Clean	33–80 ^a	
Power clean	25–80 ^a	
Hang power clean	33–45 ^a	
Jerk drive	28–56 ^a	
Clean pull	33–80 ^a	Moderate- to high-force and moderate- to high-velocity movements
Midhigh clean pull from dead stop	35–48 ^a	
Snatch pull	30–80 ^a	
Midhigh snatch pull from dead stop	35–48 ^a	
Countermovement jump squat	64–75 ^b	Low-force and high-velocity movements
Static jump squat	58–69 ^b	
Deadlift	11–13	High-force and low-velocity movements
Squat	11–30	
Bench press	0.3–8.3	

Dwubój olimpijski



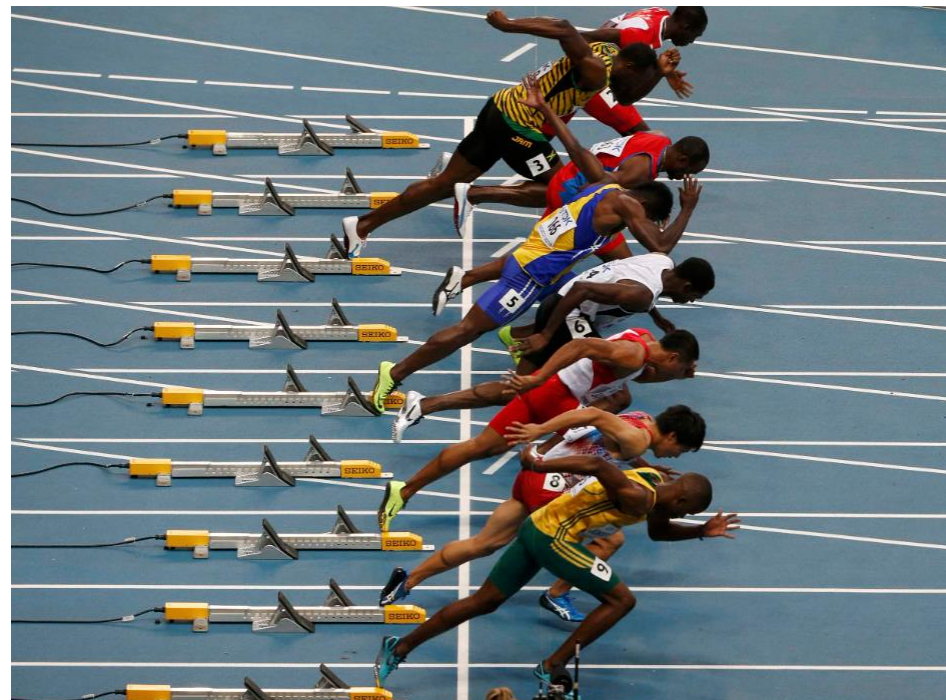
Power Development – based on work of John Garhammer PhD

	Exercise	Absolute Power (Watts)
	<u>100kg Male</u>	<u>75kg Female</u>
Bench Press	300	
Back Squat	1100	
Deadlift	1100	
Snatch*	3000	1750
2 nd Pull**	5500	2900
Clean	2950	1750
2 nd Pull	5500	2650
Jerk	5400	2600

*Total pull: Lift-off until maximal vertical velocity

**2nd pull: Transition until maximal vertical barbell velocity

Triple extension – podnoszenie ciężarów



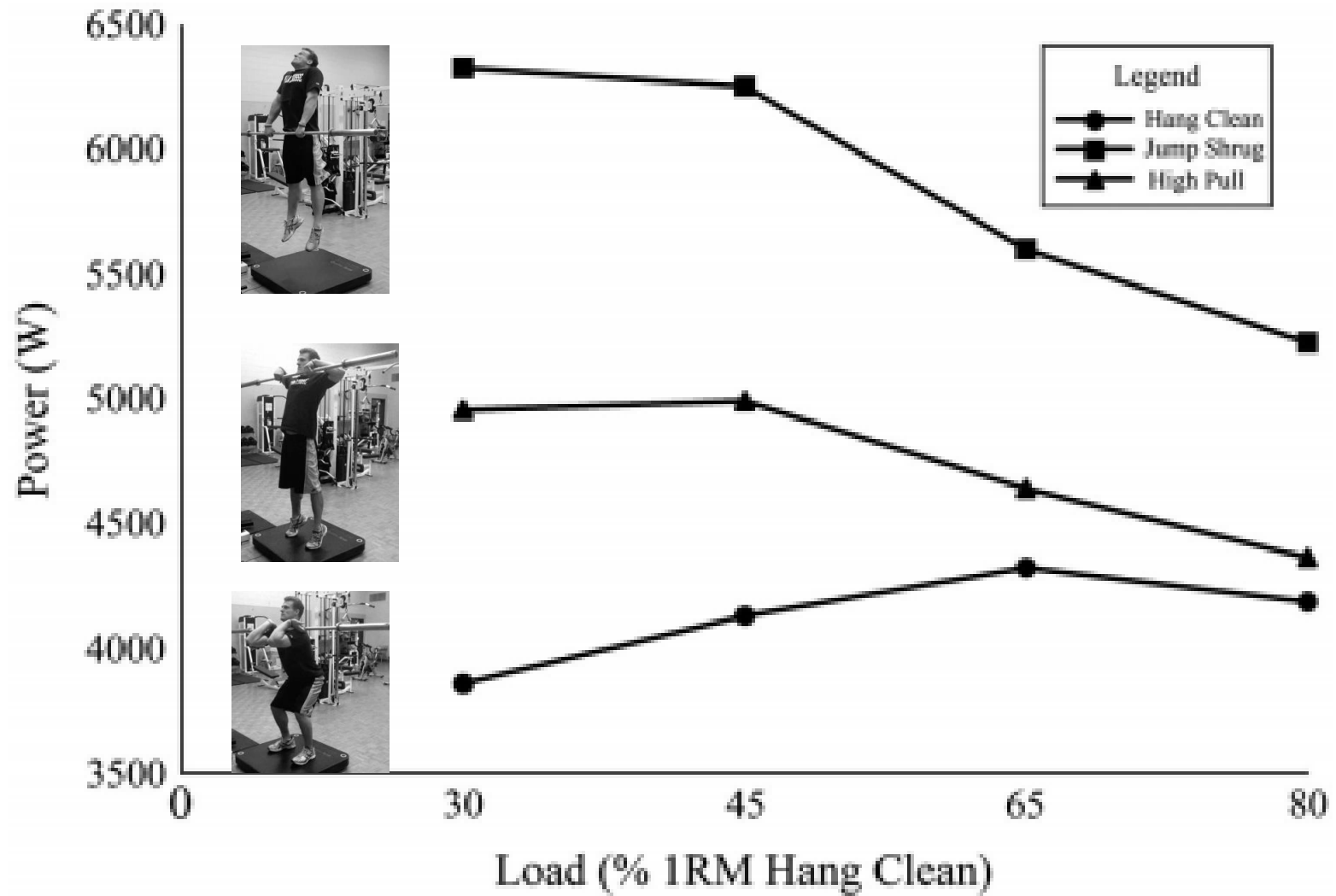
- Ale musi to zostać wykonane dobrze!

Ciągi podrzutowe/rwaniowe

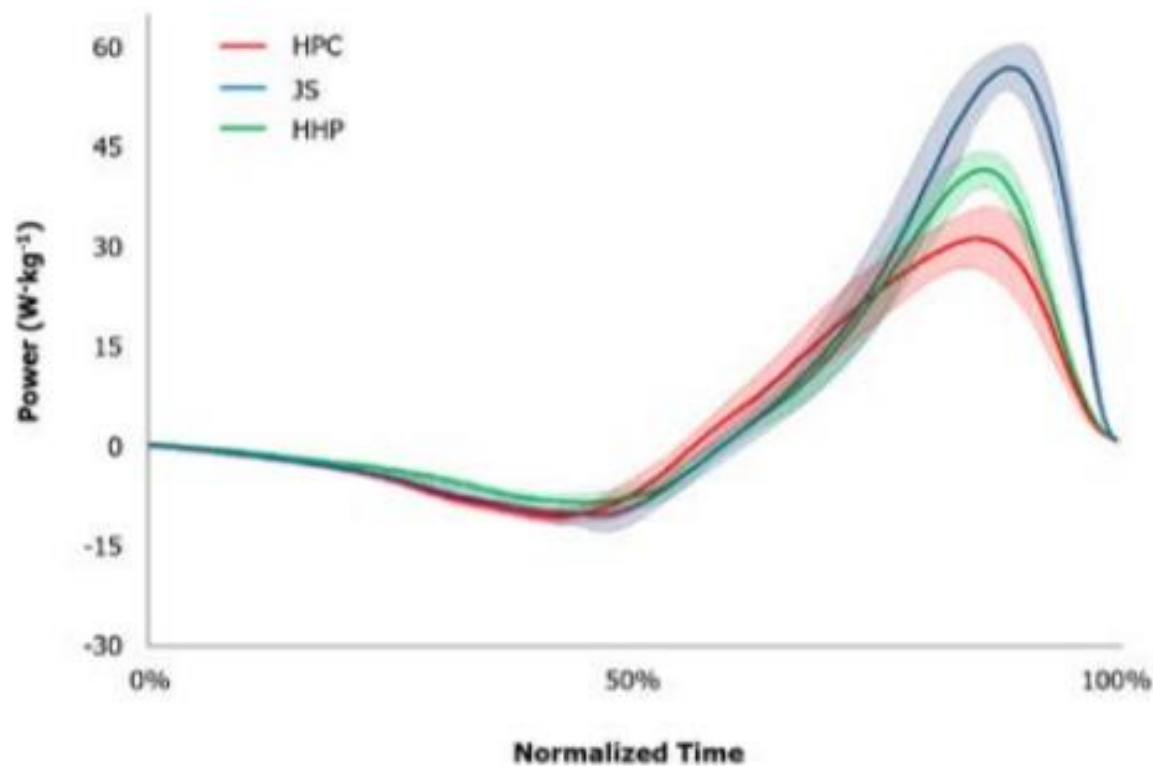
Brak fazy przyjęcia pozwala nam na:

- Koncentracji aby ruch był wykonywany z maksymalną intencją
- Brak „wejścia” pod sztangę – większa praca stawu kolanowego i skok.
- Rozszerzenie zakresu obciążeń w rozwoju mocy mięśniowej
- Rozwijanie porównywalne lub/i większe wartości siły, prędkości i mocy przy tych samych (absolutnych) obciążeniach (Comfort 2011, Suchomel et al. 2017)





Ostatnie 10 – 15 % czasu trwania ruchu



Większa praca stawu kolanowego i skokowego (Kipp et al. 2019)

[J Sports Sci Med](#). 2017 Sep; 16(3): 407–413.
Published online 2017 Aug 8.

PMCID: PMC5592293
PMID: [28912659](#)

Power-Time Curve Comparison between Weightlifting Derivatives

[Timothy J. Suchomel](#)^{1,✉} and [Christopher J. Sole](#)^{2,*}

Comparing Biomechanical Time Series Data During the Hang-Power Clean and Jump Shrug

[Kristof Kipp](#)¹, [Paul Comfort](#)², [Timothy J Suchomel](#)³

Mechanical Demands of the Hang Power Clean and Jump Shrug: A Joint-Level Perspective

[Kristof Kipp](#)¹, [Philip J Malloy](#)¹, [Jordan C Smith](#)¹, [Matthew D Giordanelli](#)¹, [Michael T Kiely](#)¹, [Christopher F Geiser](#)¹, [Timothy J Suchomel](#)²

Możemy również zmieniać pozycję wyjściową

Z pomostu



100 – 120% 1 RM

Z pozycji kolan

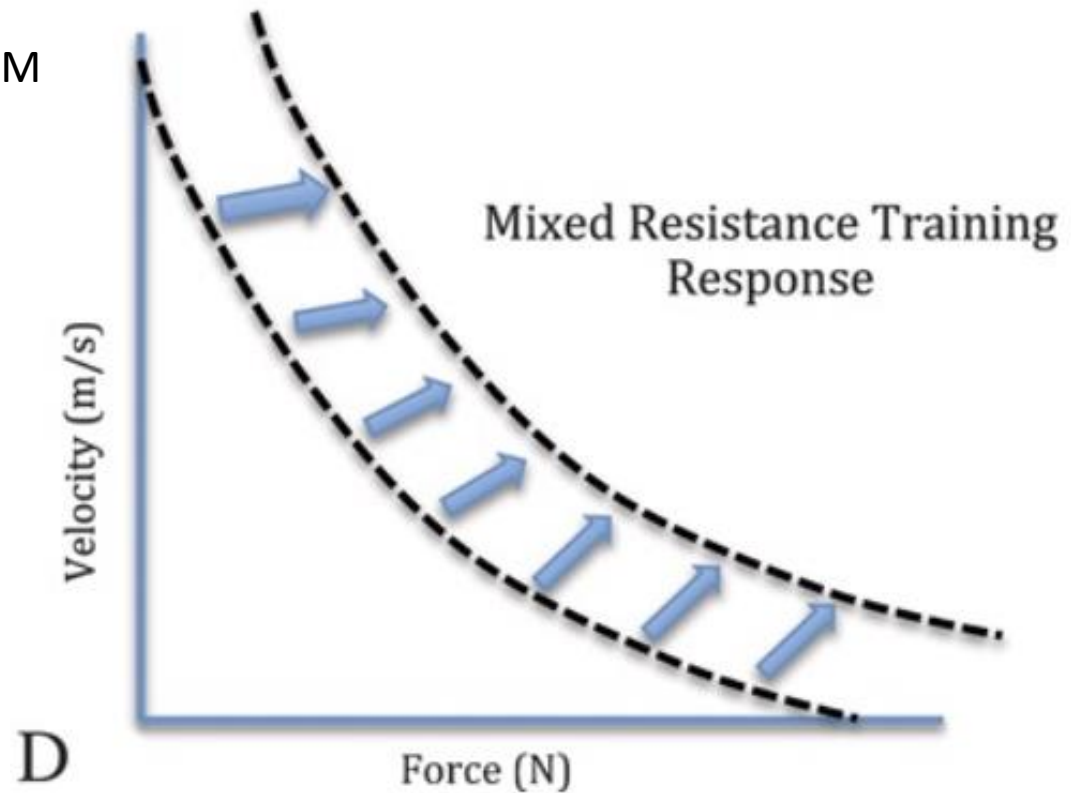


120 – 130% 1 RM

Z pozycji bioder



120 – 140% 1 RM





Midthigh pull z CMJ



Clean pull z kolan



Training With Weightlifting Derivatives: The Effects of Force and Velocity Overload Stimuli

Timothy J. Suchomel,^{1,2} Shana M. McKeever,¹ and Paul Comfort²

¹Department of Human Movement Sciences, Carroll University, Waukesha, Wisconsin; and ²Directorate of Sport, Exercise, and Physiotherapy, University of Salford, Greater Manchester, United Kingdom

10 tygodni
Sportowcy ligi uniwersyteckiej

1. GRUPA „CATCH”

2. GRUPA „PULL”

OBCIĄŻENIA DOPASOWANE NA PODSTAWIE %1RM
PODRZUTU

Np. GRUPA „CATCH” i „PULL” wykonywała zarzut z obciążeniem 80% 1 RM (grupa pull nie przyjmowała sztangi)

3. GRUPA „OVERLOAD”

GRUPA „OVERLOAD” wykonywała zarzut bez fazy przyjęcia z obciążeniem 100% 1 RM
Midhigh power clean z obciążeniem 135% 1 RM

Training With Weightlifting Derivatives: The Effects of Force and Velocity Overload Stimuli

Timothy J. Suchomel,^{1,2} Shana M. McKeever,¹ and Paul Comfort²

¹Department of Human Movement Sciences, Carroll University, Waukesha, Wisconsin; and ²Directorate of Sport, Exercise, and Physiotherapy, University of Salford, Greater Manchester, United Kingdom

CATCH	PULL	OVERLOAD
Power clean from floor 80 – 82.5% 1RM PC	Clean pull from floor 80 – 82.5% 1RM	Clean pull from floor 100 – 102.5% 1RM PC
Midhigh power clean 50-55%	Midhigh pull 50-55%	Midhigh pull 112.5 -120%



Training With Weightlifting Derivatives: The Effects of Force and Velocity Overload Stimuli

Timothy J. Suchomel,^{1,2} Shana M. McKeever,¹ and Paul Comfort²

¹Department of Human Movement Sciences, Carroll University, Waukesha, Wisconsin; and ²Directorate of Sport, Exercise, and Physiotherapy, University of Salford, Greater Manchester, United Kingdom

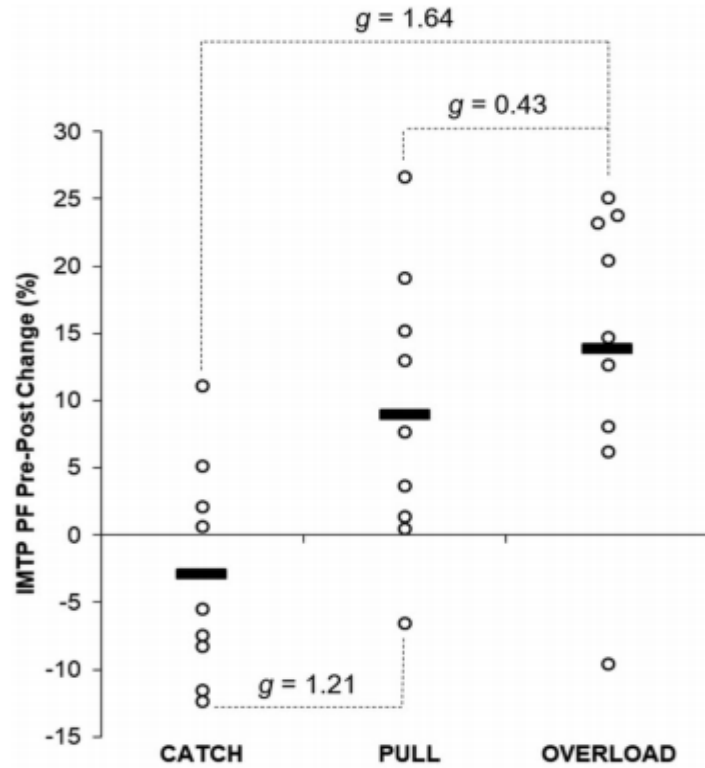


Figure 2. Percent change in relative isometric midhigh pull peak force (IMTP PF) from preintervention to postintervention with Hedge's g comparisons between groups. Bold line denotes group average, and open circles denote individual changes.

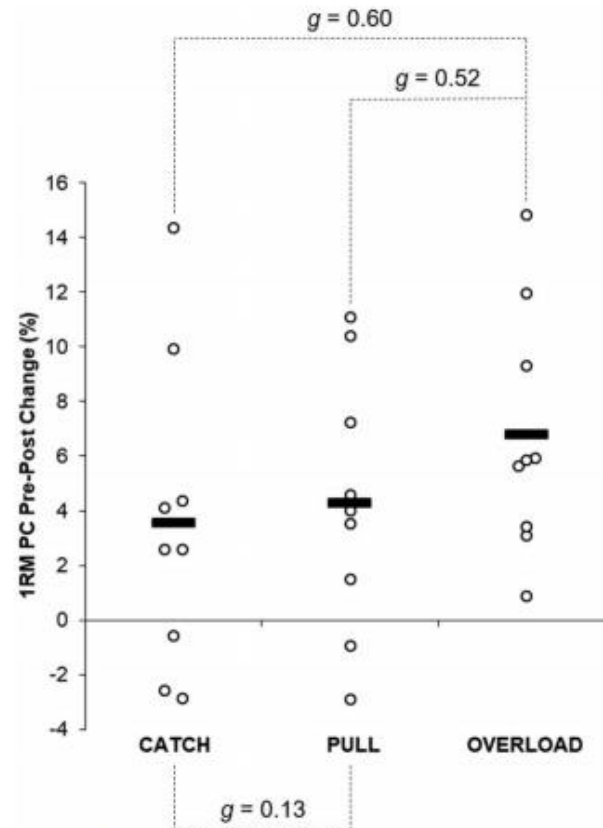
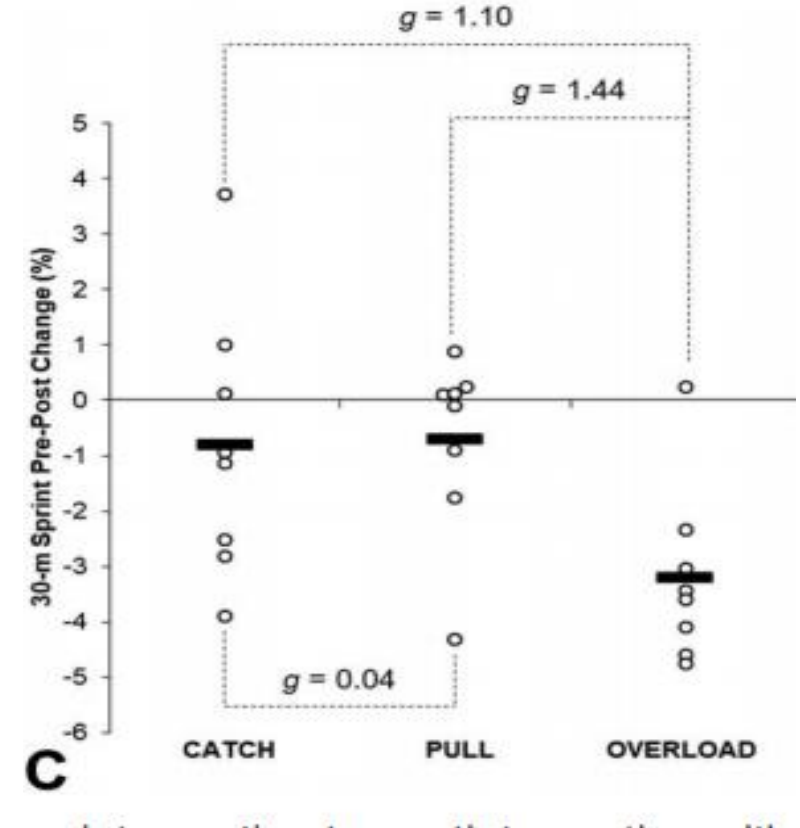


Figure 3. Percent change in relative one repetition maximum power clean (1RM PC) from preintervention to postintervention with Hedge's g comparisons between groups. Bold line denotes group average, and open circles denote individual changes.



C

Ocena mocy i siły
mięśniowej



Zarządzanie poziomem
zmęczenia

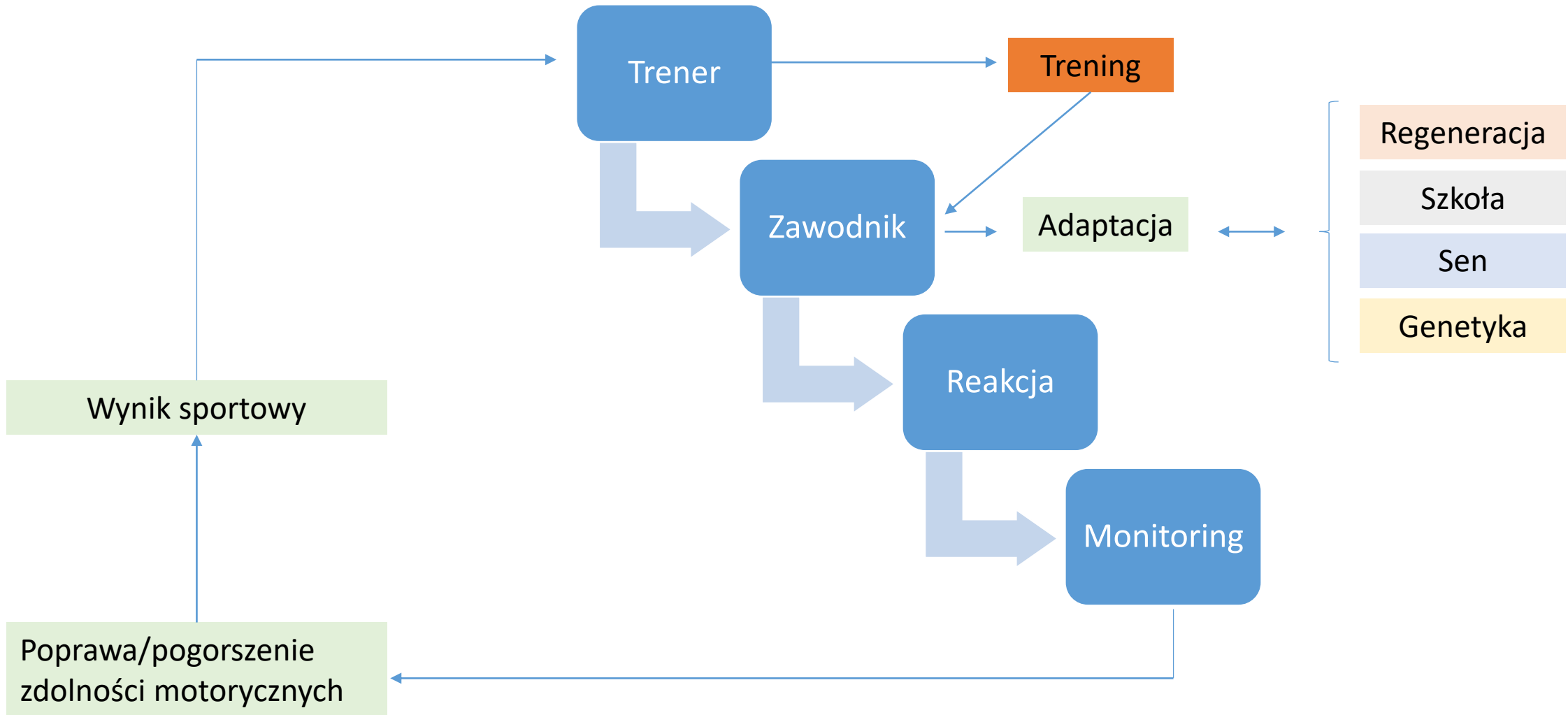
Monitoring bieżący



Skuteczność działań
treningowych

Monitoring okresowy

Proces treningowy

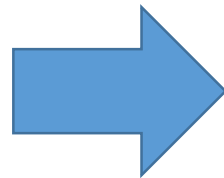


Proces treningowy

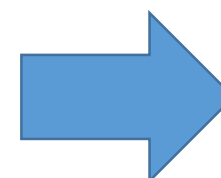
„black box” vs. „white box”

TRENING

INFORMACJA DLA
ORGANIZMU



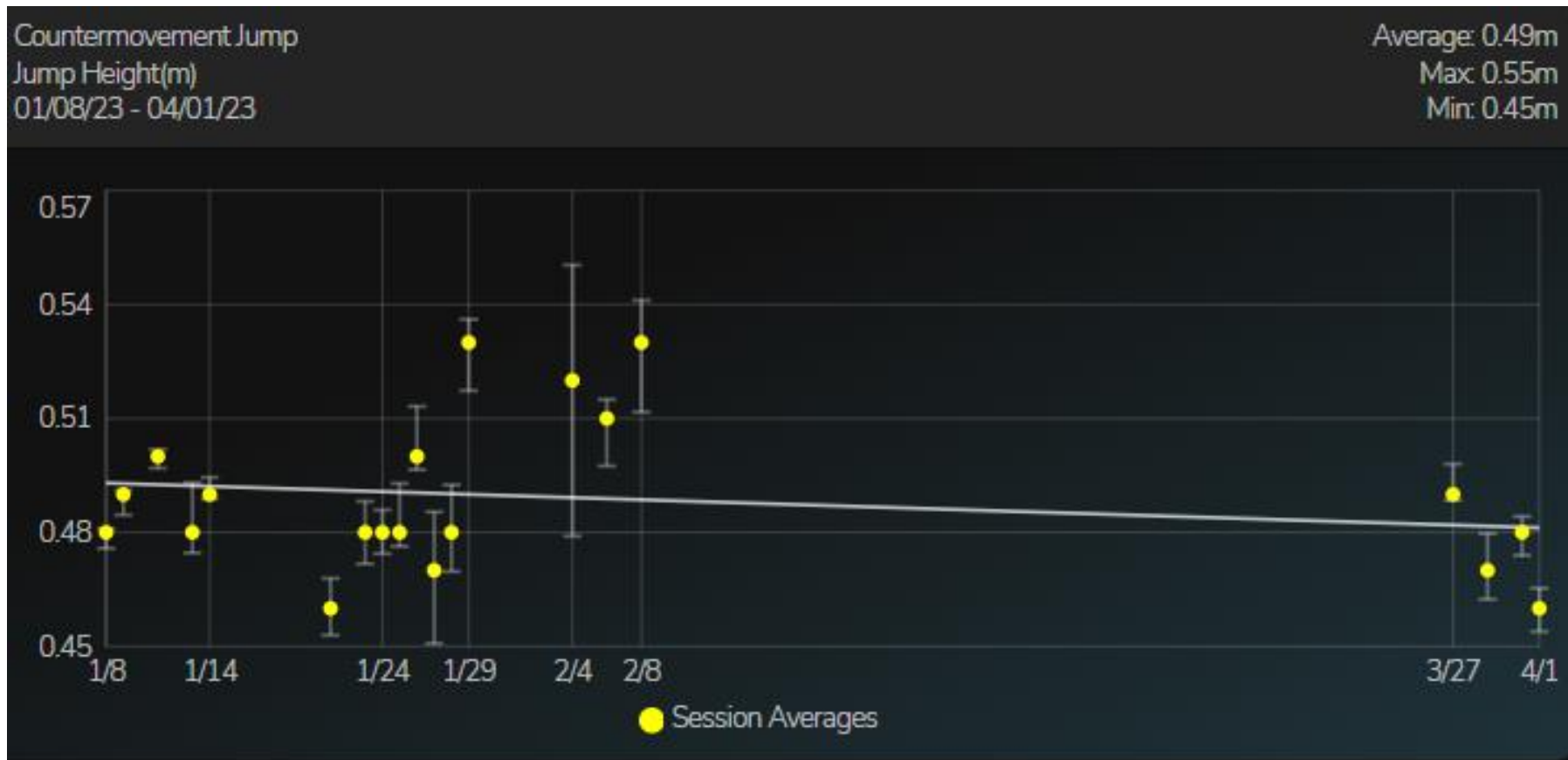
ODŻYWIANIE
SEN
GENETYKA
STAŻ TRENINGOWY
ZMIANA METOD
TRENINGOWYCH



WYNIK SPORTOWY

KONTUZJA
CHOROBA
PRZETRENOWANIE

Zmniejszanie stopnia niepewności i działań przypadkowych



Regeneracja

Szkoła

Sen

Genetyka

**TRENING
SIŁOWY**

Moc mięśniowa a kontrola treningu

Skok dosiężny (CMJ ang. countermovement jump)

- Szybki i bezinwazyjny
- Wrażliwy w ocenie zmęczenia/adaptacji

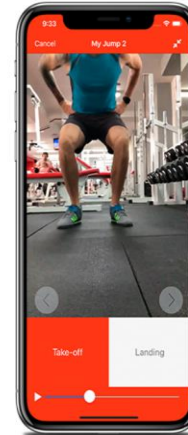
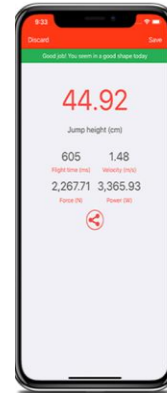
Przydatny w analizie:

- Przyspieszenia
- Zmiany kierunku biegu
- Rzutów

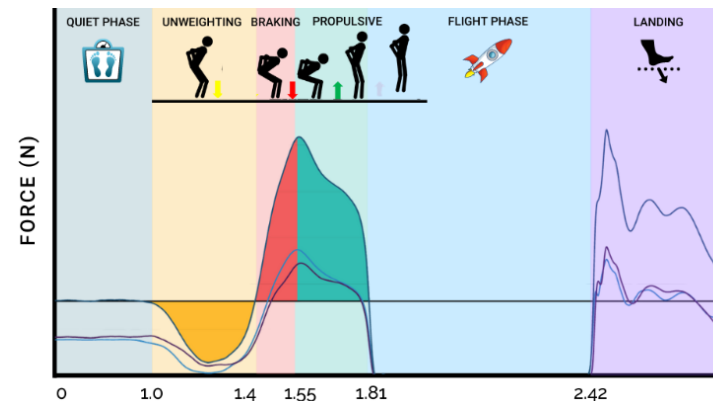
Petrigna et al. 2019, Suchomel et al. ; Haff et al., Jimenez-Reyes et al. 2019



Metody oceny mocy mięśniowej



$$\text{Wysokość skoku} = \text{czas lotu}^2 \times \frac{9,81}{8}$$



$$\text{Wysokość skoku} = \text{impuls siły}$$

CMJ



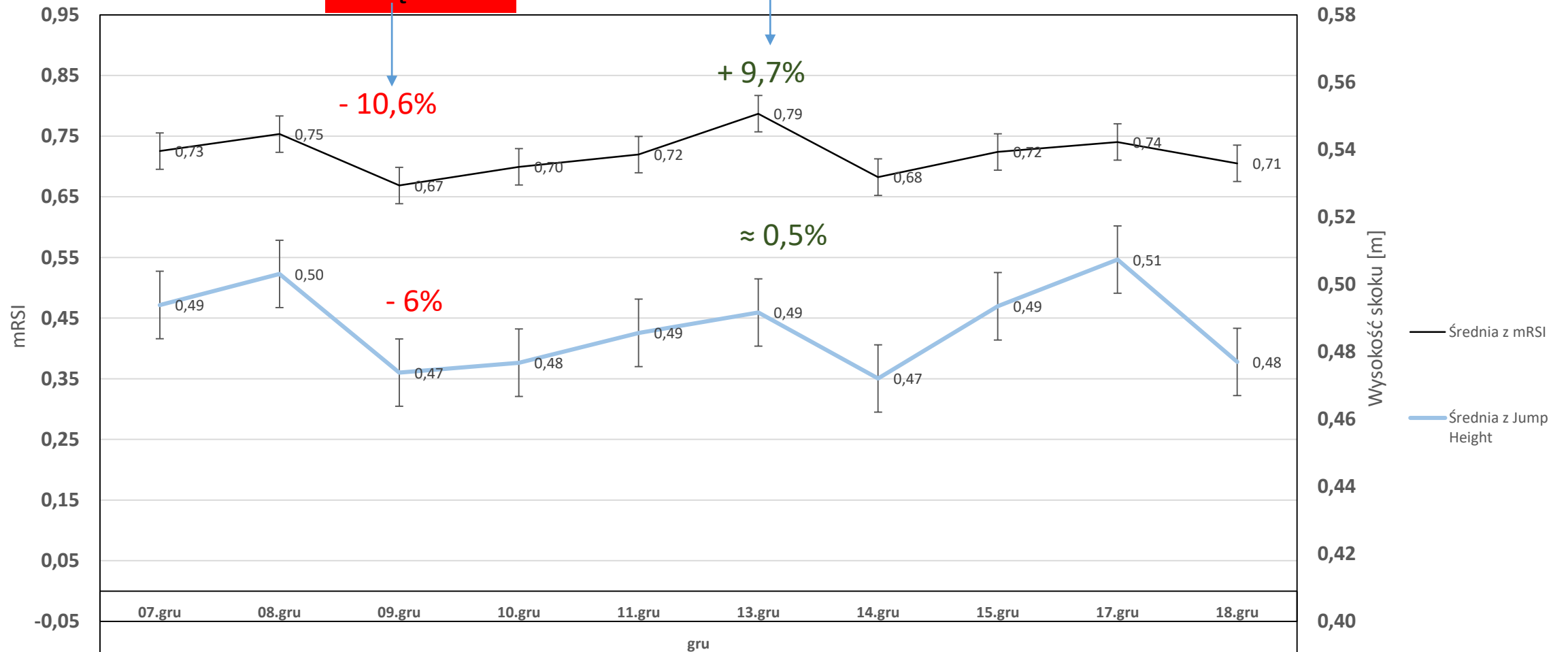
$$RSI\ mod = \frac{\text{wysokość skoku}}{\text{czas kontrakcji}}$$

	DZIEŃ 1	DZIEŃ 8
Wysokość skoku	45 cm	45 cm
Czas kontrakcji	600 ms	650 ms
Głębokość zamachu	35 cm	40 cm
<i>RSI mod</i>	0,75	0,69

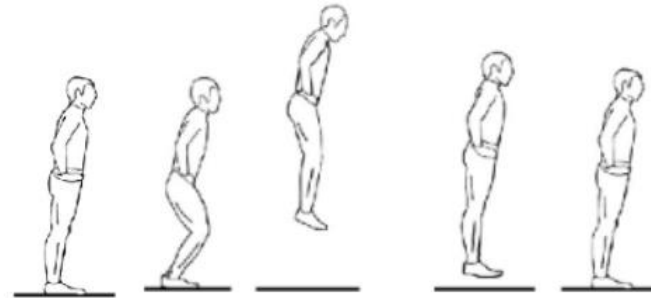
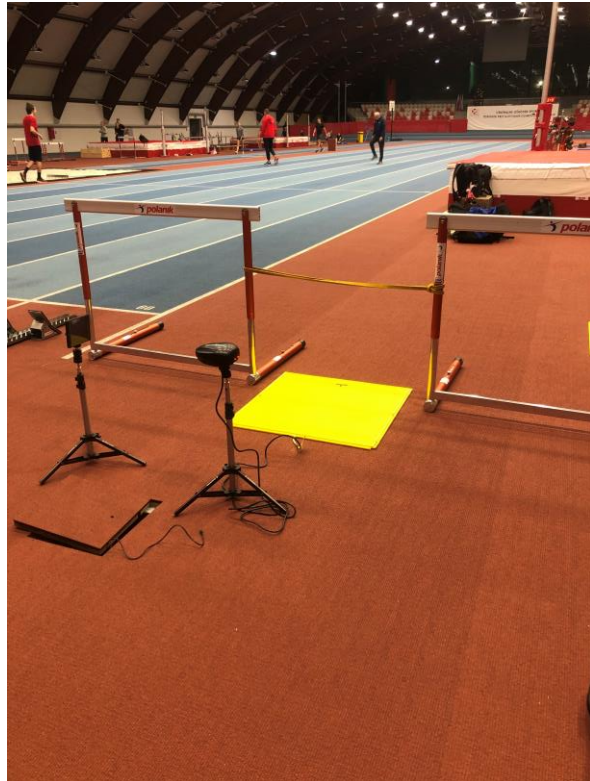
Wrażliwość na zmęczenie

Superkompensacja

Zmęczenie



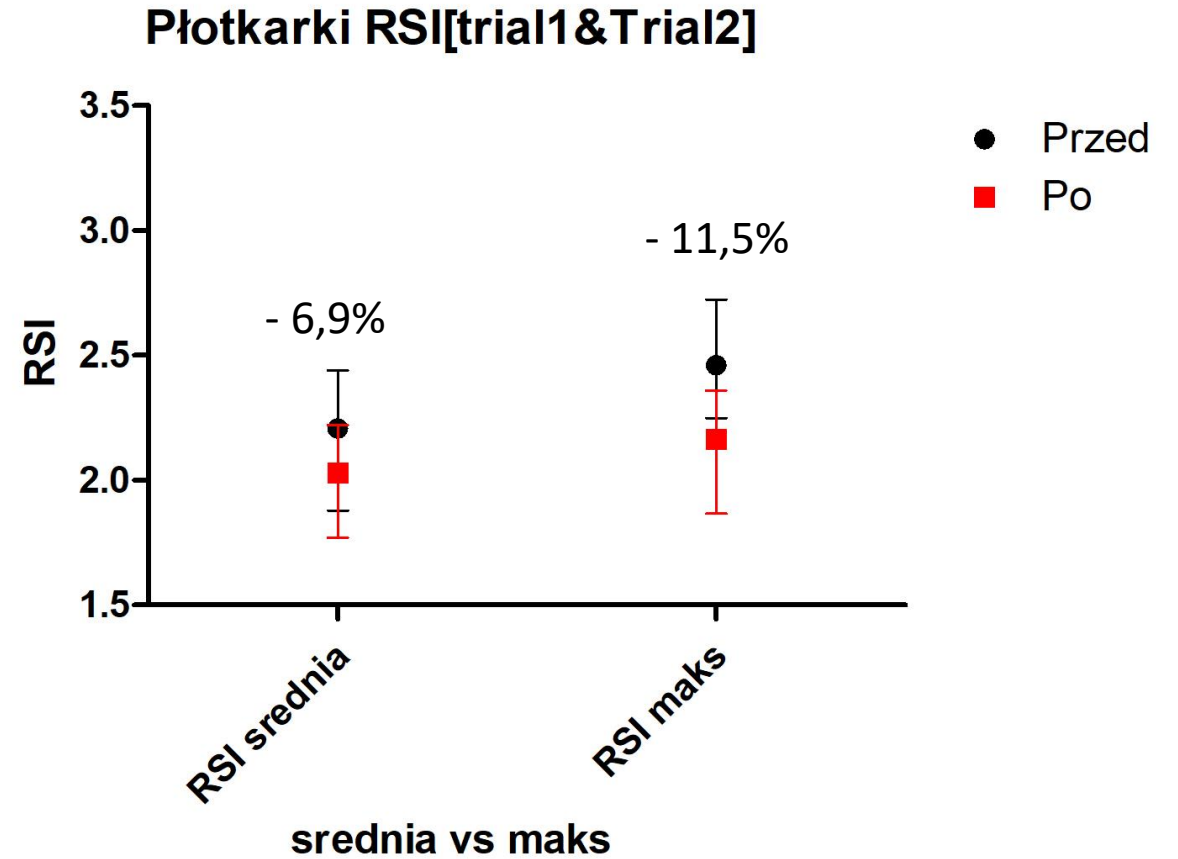
10/5 test



10/5 rebound test

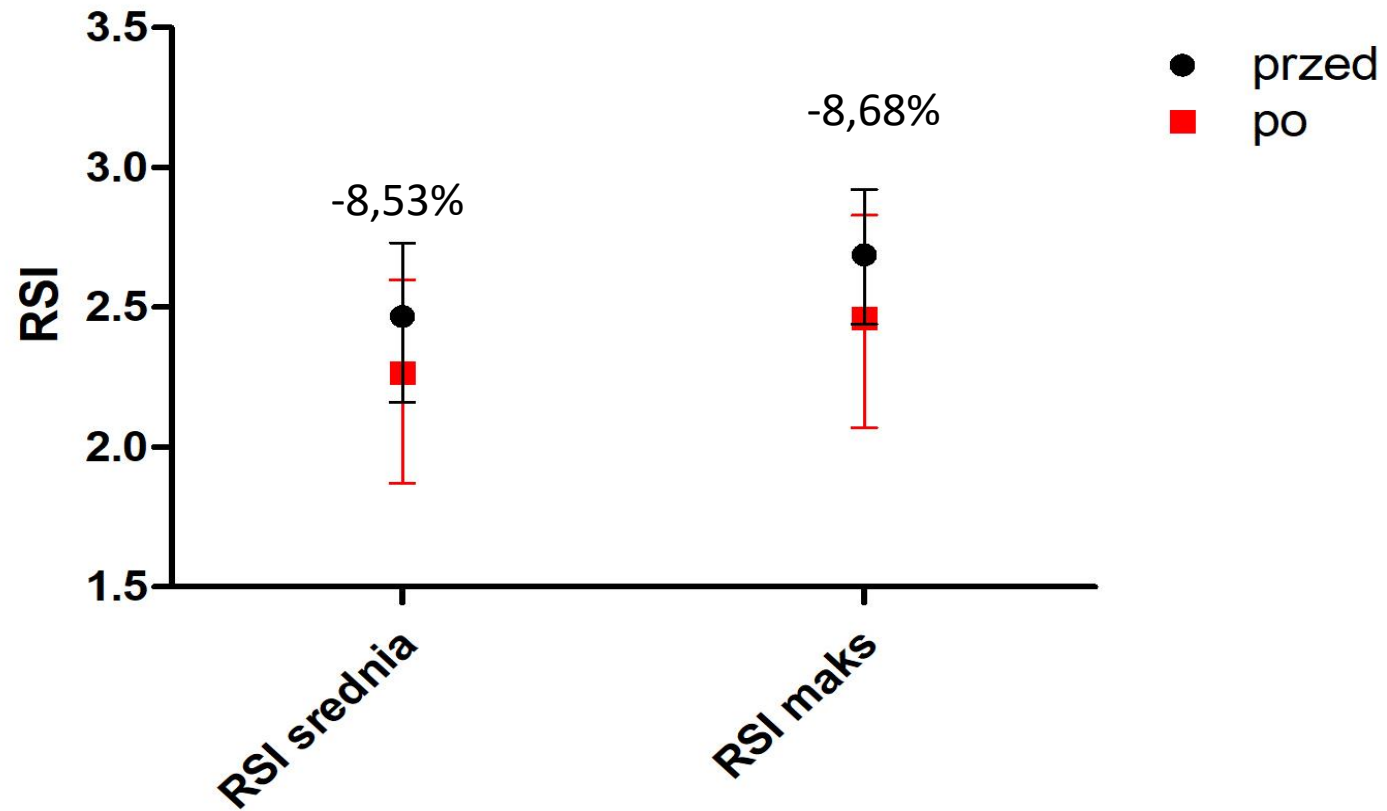
$$RSI = \frac{\text{Wysokość skoku}}{\text{czas kontaktu}}$$

Wytrzymałość szybkościowa

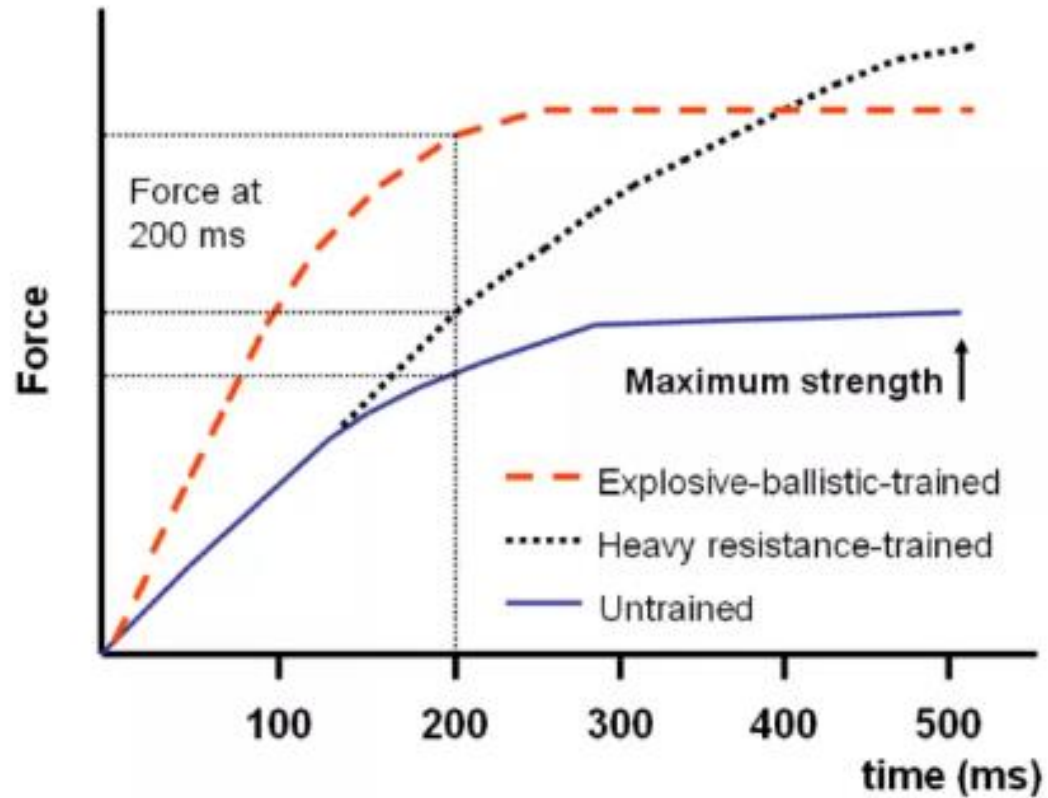


Szybkość

Plotkarze RSI [trial1&trial2]



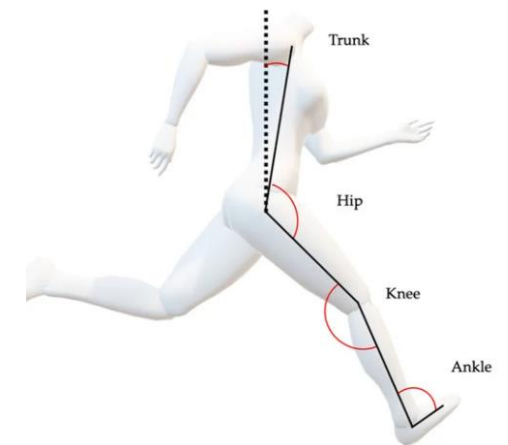
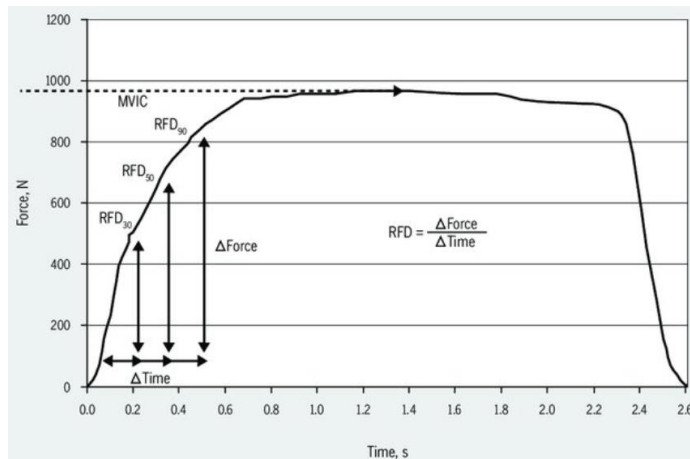
Rate of force development

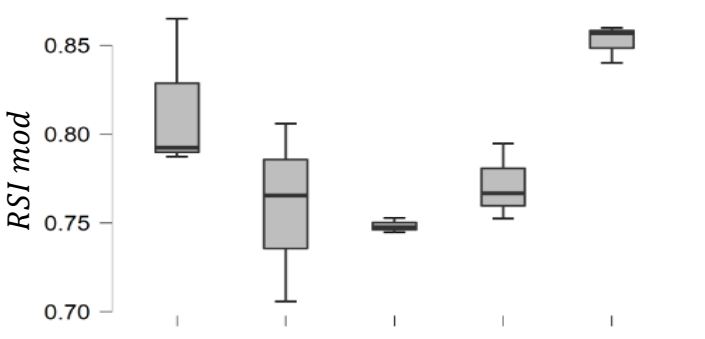


Test siły maksymalnej i RFD

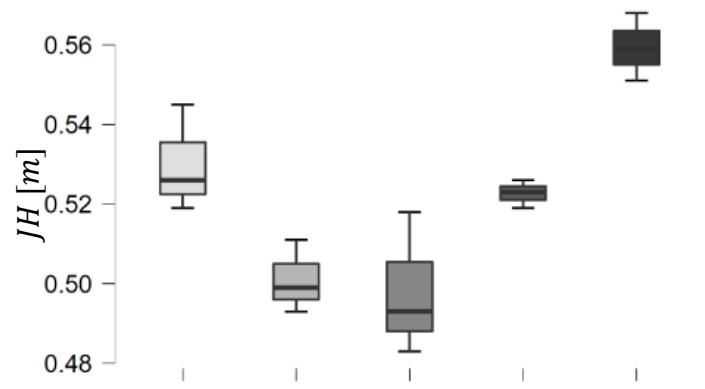
Silnie skorelowany z dynamicznymi czynnościami ruchowymi:

- 1) Rwanie
- 2) Podrzut
- 3) Skoki
- 4) Zmiana kierunku biegu

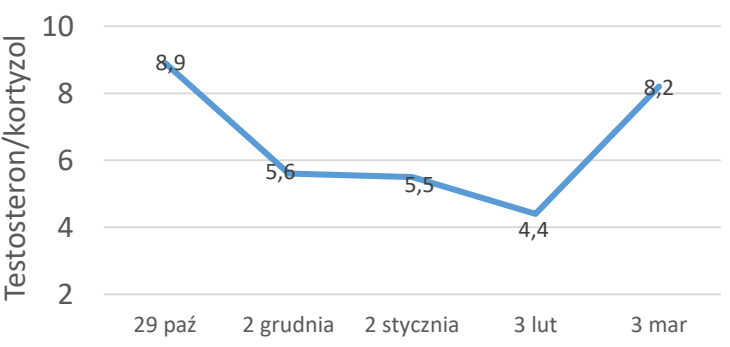




AKUMULACJA SIŁA OGÓLNA MAKS MOC



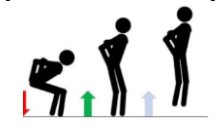
AKUMULACJA SIŁA OGÓLNA MAKS MOC



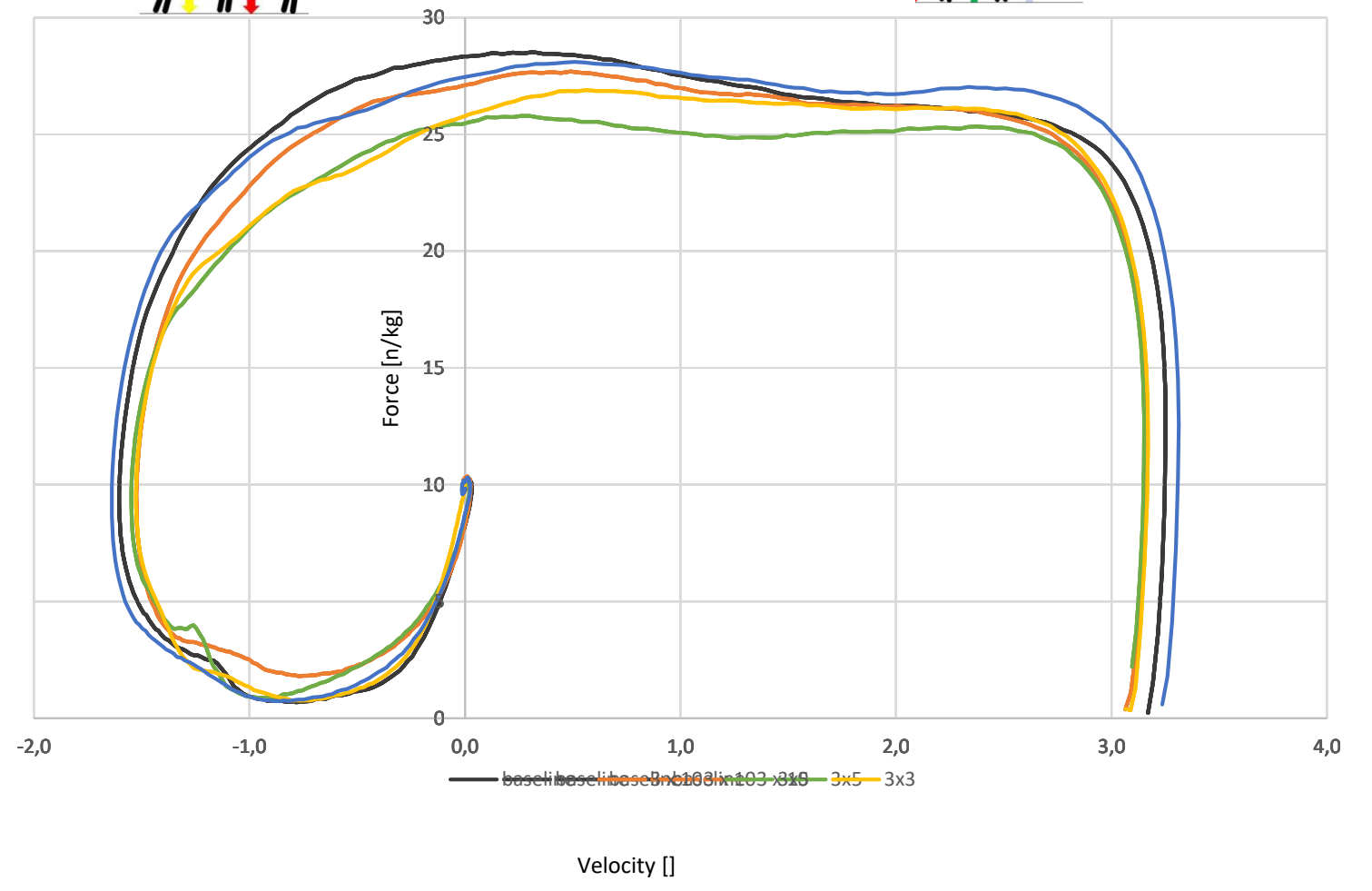
EKSCENTRYKA



KONCENTRYKA



baseline



Wnioski

- Nie ma pojedynczego markeru zmęczenia
- Samopoczucie zawodnika jest jednym z najlepszych wyznaczników kontroli obciążeń treningowych
- Trener wykona tylko część pracy w zakresie monitoringu



Dziękuję

- www.amitbatra.pl