

Ökonomische Betrachtung von Intensitätstechniken am Beispiel Vor- und Nachermüdung

Seminar: Trainingswissenschaft

Dozent: PD Dr. Fröhlich

Referent: Dominik Weirich

Wintersemester 2010/11

Reizkonfiguration

hypertrophe Adaptation wird erzielt durch:

- hohe Reizspannungshöhe:
 - proteinsynthetische Wirkung durch Microtraumen, Satelittenzellenaktivierung
 - Metanalyse von Fry 2004¹ identifiziert 80-95% 1RM als maximal hypertrophiewirksam
- hoher Reizspannungsdauer:
 - Ausschöpfung der muskelzellulären Energiespeicher (ATP, CP)



!!!WICHTIG um Ergebnisse der Studie diskutieren zu können!!!

The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations.

[Fry AC.](#)

Human Performance Laboratories, The University of Memphis, Memphis, Tennessee 38152, USA. afry@memphis.edu

Abstract

Although many training variables contribute to the performance, cellular and molecular adaptations to resistance exercise, relative intensity (% 1 repetition maximum [%1RM]) appears to be an important factor. This review summarises and analyses data from numerous resistance exercise training studies that have monitored percentage fibre type, fibre type cross-sectional areas, percentage cross-sectional areas, and myosin heavy chain (MHC) isoform expression. In general, relative intensity appears to account for 18-35% of the variance for the hypertrophy

response to resistance exercise. On the other hand, fibre type and MHC transitions were not related to the relative intensity used for training. ***When competitive lifters were compared, those typically utilising the heaviest loads (> or =90% 1RM), that is weightlifters and powerlifters, exhibited a preferential hypertrophy of type II fibres when compared with body builders who appear to equally hypertrophy both type I and type II fibres. These data suggest that maximal hypertrophy occurs with loads from 80-95% 1RM.***

Intensitätstechniken

Definitionen:

Intensitätstechniken sind Strategien im Krafttraining, welche zur Ausbelastung der Muskulatur über den Punkt des momentanen Muskelversagens (PmM) führen.

Der Punkt des momentanen Muskelversagens ist der Zeitpunkt am Ende einer Serie an welchem die Zielmuskulatur bei konzentrischer Arbeitsweise versagt, d.h. das beenden der letzten Wiederholung ist aufgrund von Ermüdung nicht selbstständig möglich. (Übersetzung aus Gießing et al., 2005, S.17)



Intensitätstechniken

mögliche Strategien:

- abgefälschte Wiederholungen
- Teilwiederholungen
- Reduktionssätze
- Negativwiederholungen
- Endkontraktionen
- Tri-Sets; Giant-Sets
- Vor-/ Nachermüdung

Überblicksbeitrag: bietet einen groben Überblick über mögliche Strategien:

<http://www.bambamscorner.com/download/intensitaetstechniken.pdf>



WICHTIG: empirische Befunde zu den meisten Intensitätstechniken auf biochemischer, histochemischer und neuronaler Ebene stehen noch aus

Überblicksbeitrag:

<http://www.bambamscorner.com/download/intensitaets-techniken.pdf>

Intensitätstechnik: Super- bzw. Verbundsatz

definitiorische Abgrenzung:

„Unter Supersätzen versteht man die Ausführung von zwei Übungen, welche antagonistische Muskelgruppen trainieren, direkt hintereinander. Beim Wechsel der Übungen soll keine nennenswerte Pause entstehen.“

„Beim Verbundsatz hingegen beziehen sich die beiden hintereinander ausgeführten Übungen auf den gleichen Zielmuskel“

(Zitat modifiziert in Anlehnung an Fröhlich et al., 2006, S.39)

Merke: Das Differenzierungskriterium ist der Zielmuskel

Supersatz: antagonistische Muskelgruppen

Verbundsatz: agonistische Muskelgruppen



Verbundsatz: Vorerrmüdung

Idee der Vorerrmüdung:

Große Muskeln können durch Grundübungen nicht maximal ausbelastet werden

Die Vorerrmüdung versucht durch Isolationsübungen den eigentlichen Zielmuskel zu ermüden, so dass die kleineren synergistisch arbeitenden Muskelgruppen nicht der limitierende Faktor in der Grundübung sind und somit die Zielmuskulatur maximal ausbelastet werden kann.

empirische Befunde zeigen:

Vorerrmüdung verringert die EMG Aktivität im Zielmuskel (Augustsson et al., 2003)



Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise.

[Augustsson J](#), [Thomeé R](#), [Hörnstedt P](#), [Lindblom J](#), [Karlsson J](#), [Grimby G](#).

Department of Rehabilitation Medicine, Göteborg University, Göteborg, Sweden 41345. jesper.augustsson@rehab.gu.se

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. Pre-exhaustion exercise, a technique frequently used by weight trainers, involves combining a single-joint exercise immediately followed by a related multijoint exercise (e.g., a knee extension exercise followed by a leg press exercise). Seventeen healthy male subjects performed 1 set of a leg press exercise with and without pre-exhaustion exercise, which consisted of 1 set of a knee extension exercise. Both exercises were performed at a load of 10 repetitions maximum (10 RM). Electromyography (EMG) was recorded from the rectus femoris, vastus lateralis, and gluteus maximus muscles simultaneously during the leg press exercise. The number of repetitions of the leg press exercise performed by subjects with and without pre-exhaustion exercise was also documented. The activation of the rectus femoris and the vastus lateralis muscles during the leg press exercise was significantly less when subjects were pre-exhausted ($p < 0.05$). No significant EMG change was observed for the gluteus maximus muscle.

When in a pre-exhausted state, subjects performed significantly ($p < 0.001$) less repetitions of the leg press exercise. **Our findings do not support the popular belief of weight trainers that performing pre-exhaustion exercise is more effective in order to enhance muscle activity compared with regular weight training.** Conversely, pre-exhaustion exercise may have disadvantageous effects on performance, such as decreased muscle activity and reduction in strength, during multijoint exercise.

The effects of antagonist prefatigue on agonist torque and electromyography.

[Maynard J](#), [Ebben WP](#).

Department of Physical Therapy/Program in Exercise Science, Marquette University, Milwaukee, WI 53201, USA.

Abstract

This study assessed the effects of hamstring prefatigue on peak torque, peak power, time to peak torque, knee angle of peak torque, and electromyography (EMG) activity of the hamstrings and quadriceps group during knee extensions at angular velocities of 60 degrees, 180 degrees, and 300 degrees.s(-1). Twenty Division I wrestlers performed 5 maximal knee extensions in prefatigued and nonfatigued conditions of the hamstring group. **This study demonstrated that when the hamstrings were prefatigued, the quadriceps produced significant decreases in peak torque of 1.7% ($p < 0.05$), peak power of 11% ($p < 0.05$), and rate to peak torque of 6.4% ($p < 0.01$) as compared with the nonfatigued state.** When the hamstrings were prefatigued, they produced a 25% greater amount of EMG activity during knee extension ($p < 0.01$) than when not prefatigued. There was no significant difference in quadriceps EMG activity whether the hamstring group was prefatigued or not ($p > 0.05$). The decrease in quadriceps peak torque during the prefatigued condition was more pronounced ($p < 0.01$) at an angular velocity of 60 degrees.s(-1) than at 180 degrees or 300 degrees.s(-1). In other words, prefatiguing the antagonist appears to be most detrimental to torque output of the quadriceps in the condition that most closely replicates the speed at which "isotonic" weight training occurs (60 degrees.s(-1)) and suggests a limitation to agonist-antagonist superset training.

Verbundsatz: Nachermüdung

Idee der Nachermüdung:

Da Voreremüdung nach empirischen Befunden zu einer Verringerung der Muskelaktivität führt, sollte man die Übungsreihenfolge umkehren. Wenn nun in der Grundübung der PmM erreicht ist, kann der eigentliche Zielmuskel durch eine Isolationsübung weiter ausbelastet werden.

Übungsreihenfolge am Beispiel Brustmuskulatur:

Voreremüdung: Isolationsübung (Butterfly) + Grundübung (Bankdrücken)

Nachermüdung: Grundübung (Bankdrücken) + Isolationsübung (butterfly)



Studie: Vor- vs. Nachermüdung

Fröhlich et al. 2006

Probanden:

Trainingserfahrung: $11,8 \pm 7,0$ a

daher können Test- und Gewöhnungseffekte nahezu ausgeschlossen werden

Zuordnung zur Gruppe: Losverfahren

weitere erhobene Kenngrößen der Stichprobe: (Abbildung: Fröhlich et. al, 2006, S. 40)

TAB. 2 Anthropometrische Daten

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Min.	Max.
Alter (J.)	12	35,17	7,60	36,00	21,00	50,00
Größe (m)	12	1,83	0,07	1,83	1,70	1,91
Gewicht (kg)	12	83,89	6,65	85,15	72,00	97,10
BMI (kg/m ²)	12	25,23	2,45	25,18	21,50	29,72
Körperfett (%)	12	14,73	3,80	13,65	8,40	20,80



Studie: Vor- vs. Nachermüdung

Fröhlich et al. 2006

Untersuchungsdesign: abhängige Variablen

- Total Force TF, sowie Total Total Force TTF
 - Parameter für physikalische Arbeit: $W(h) = (m \cdot g \cdot h) \cdot Wdh$, $h = ROM$
- Fatigue Rate FR
 - physikalischer Ermüdungsparameter: $FR(Vbs_{1,2}) = TF(Vbs_1) - TF(Vbs_2)$

weitere abhängige Variablen und ihre zeitliche Messanordnung: (Abbildung: Fröhlich et. al, 2006, S. 41)

ABB. 1 Untersuchungsdesign

1. Verbundsatz				2. Verbundsatz				3. Verbundsatz			
Hf B 1	Hf E 1	Hf B 2	Hf E 2	Hf B 1	Hf E 1	Hf B 2	Hf E 2	Hf B 1	Hf E 1	Hf B 2	Hf E 2
	PRE 1		PRE 2		PRE 1		PRE 2		PRE 1		PRE 2
Last 1	Wdh. 1	Last 2	Wdh. 2	Last 1	Wdh. 1	Last 2	Wdh. 2	Last 1	Wdh. 1	Last 2	Wdh. 2
TUT 1		TUT 2		TUT 3		TUT 4		TUT 5		TUT 6	

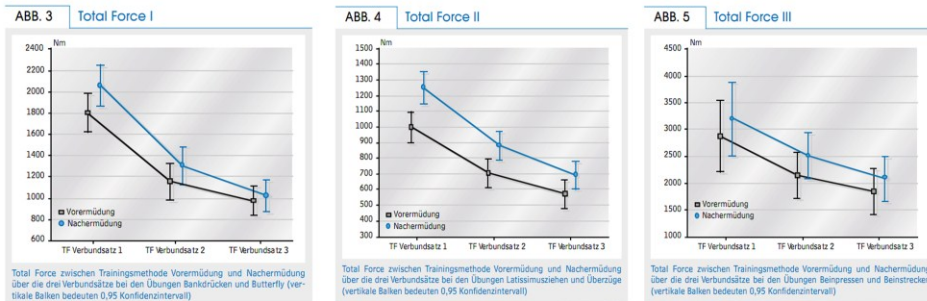
Legende: Hf B 1 = Herzfrequenz zu Beginn des 1. Satzes, Hf E 1 = Herzfrequenz am Ende des 1. Satzes, Hf B 2 = Herzfrequenz zu Beginn des 2. Satzes, Hf E 2 = Herzfrequenz am Ende des 2. Satzes; PRE 1 = subjektive Belastungseinschätzung am Ende des 1. Satzes, PRE 2 = subjektive Belastungseinschätzung am Ende des 2. Satzes; Last 1 = bewältigte Last (kg) im 1. Satz, Wdh. 1 = realisierte Wiederholungen im 1. Satz, Last 2 = bewältigte Last (kg) im 2. Satz, Wdh. 2 = realisierte Wiederholungen im 2. Satz; TUT 1 bis TUT 6 = Time under Tension pro Satz



Studie: Vor- vs. Nachermüdung

Fröhlich et al. 2006

Ergebnisse: Total Force, Total Total Force



(Abbildung: Fröhlich et. al, 2006, S. 41-42)



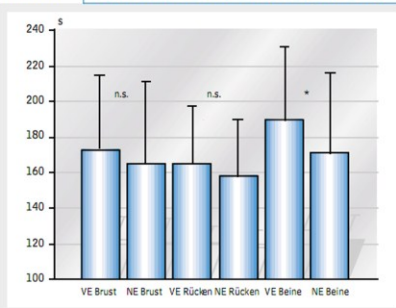
- Abb.3: keinen signifikanten Unterschied zwischen Vor- und Nachermüdung
signifikante Reduktion der TF über die Verbundsätze hinweg
Total Total Force ist in der Nachermüdung signifikant höher. Die Differenz beträgt 639,7Nm
- Abb.4: signifikanter Unterschied mit der höheren TF bei der Nachermüdung
signifikante Reduktion der TF über Verbundsätze hinweg
Total Total Force ist in der Nachermüdung signifikant höher. Die Differenz beträgt 547,7Nm
- Abb.5: kein signifikanter Unterschied der TF zwischen Vor- und Nachermüdung
signifikante Reduktion der TF über Verbundsätze hinweg
Total Total Force ist in der Nachermüdung signifikant höher. Die Differenz beträgt 930,4Nm

Studie: Vor- vs. Nachermüdung

Fröhlich et al. 2006

Ergebnisse: Time under Tenstion, Total Time under Tension

ABB. 6 Total Time under Tension (Total TUT)



Total TUT [s] in Abhängigkeit von Vor- bzw. Nachermüdung sowie den beteiligten Muskelgruppen (VE = Treatment Vorermüdung; NE = Treatment Nachermüdung; Brust = Verbundsatz als Bankdrücken und Butterfly; Rücken = Verbundsatz aus Latissimusziehen und Überzügen; Beine = Verbundsatz aus Beinpressen und Beinstrecken)

(Abbildung: Fröhlich et. al, 2006, S. 43)



TUT unterscheidet sich in allen 3 Übungen nicht signifikant zwischen Vor- und Nachermüdung

Über die Verbundsätze hinweg nimmt die TUT in beiden Treatments signifikant ab

Die TTUT unterscheidet sich für Brust und Rückenmuskulatur nicht signifikant. Hingegen ist die TTUT der Vorermüdung der Beinmuskulatur signifikant höher. Eventuell ROM. Kniebeuge hohe ROM und nur langsam möglich nach Vorermüdung. Daten müssten betrachtet werden.

Studie: Vor- vs. Nachermüdung

Fröhlich et al. 2006

Ergebnisse: Fatigue Rate

TAB. 4 Fatigue Rate

	Vorerermüdung		Nachermüdung	
	Mittelwert	Standardabw.	Mittelwert	Standardabw.
FR Brustmuskulatur 1	647,5	220,9	750,9	231,0
FR Brustmuskulatur 2	181,0	97,9	288,0	167,6
FR Rückenmuskulatur 1	288,8	87,3	364,6	158,2
FR Rückenmuskulatur 2	181,0	97,9	288,0	167,6
FR Beinmuskulatur 1	730,2	542,0	689,2	615,0
FR Beinmuskulatur 2	294,4	248,0	408,5	299,2

Fatigue Rate von Treatment Vor- und Nachermüdung bei den Übungen für die Brust-, Rücken- und Beinmuskulatur (FR = Fatigue Rate; 1 = Differenz der Fatigue Rate 1. Verbundsatz und 2. Verbundsatz; 2 = Differenz der Fatigue Rate 2. Verbundsatz und 3. Verbundsatz)

(Abbildung modifiziert: Fröhlich et. al, 2006, S. 43)



12

UNIVERSITÄT
DES SAARLANDES



Weirich WS 2010/11

Die FR ist bis auf eine Ausnahme (rot hinterlegt) bei der Nachermüdung deutlich größer als bei der Vorerermüdung. Signifikanz bei Brust und Rückenmuskulatur erreicht. Jedoch bei Beinmuskulatur verfehlt

Studie: Vor- vs. Nachermüdung

Fröhlich et al. 2006

Diskussionspunkte:

Test-/ Gewöhnungseffekt Problematik in der vorliegenden Studie ?

Die Total Force verfehlt nur knapp das Signifikanzniveau. Der Unterschied beträgt jedoch 4,5% (Brustmuskulatur, 3 Verbundsatz). Wie sieht eine hypothetische Aussage über die Effektivität zwischen Vor- und Nachermüdung aus ?

Die Total Total Force ist im Nachermüdungstreatment signifikant höher. Wie interpretiert ihr die Ergebnisse vor dem theoretischen Hintergrund einer optimalen Reizkonfiguration im Hypertrophietraining? Beachte auch die Reizspannungsdauer (TUT)

Nach- oder Vorerermüdung mit zusätzlichen Intensitätstechniken (Beispiel: Reduktionssatz). Wo liegen Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung zusätzlicher Intensitätstechniken?



Literaturverzeichnis

Augustsson, J., Thomeé, R., Hörnstedt, P., Lindblom, J., Karlsson, J. & Grimby, G. (2003). Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (2), 411-416.

Gießing, J., Preuss, P., Greiwing, A., Goebel, S., Müller, A., Schischek, A. & Stephan, A. (2005). Fundamental definitions of decisive training parameters of single-set training and multiple-set training for muscle hypertrophy. In J. Gießing, M. Fröhlich & P. Preuß (eds.), *Current results of strength training research*, first edition (pp. 9-23). Göttingen: Cuvillier Verlag

Fröhlich, M. & Gießing, J. (2006). Nachermüdung als trainingsmethodische Alternative im Krafttraining. *Leistungssport*, 36 (2), 39-44.

Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Medicine*, 34 (10), 663-679.

Montag

Verbundsatz: Schulterdrücken Multipresse Seitheben Kurzhantel	2 x Aufwärmätze 2x Verbundätze à 2 x 8 Wdh Mit 2 min Pause
Verbundsatz: Rudern aufrecht SZ-Stange Schulterheben Kurzhantel	2 x Aufwärmätze 2 x Verbundätze à 3 x 8 Wdh Mit 2 min Pause
Cardio: Crosser / Fahrrad bei 75% der HF_{max}	Estimated Range: 130 – 140 bpm à 30min

Mittwoch

Verbundsatz: Kniebeuge frei Beinstrecken	2 x Aufwärmätze 3 x Verbundätze à 3 x 12 Wdh Mit 2 min Pause
Triplesatz: Wadenheben Fußstellung: -30°, 0°, 30°	2 x Aufwärmätze 3 x Verbundätze à 3 x 10 Wdh Mit 2 min Pause
Supersatz: Bicepscuris Kurzhantel French Press SZ-Stange	2 x Aufwärmätze 4 x Supersätze à 3 x 12 Wdh Mit 2 min Pause

Freitag

Verbundsatz: Latzug weit auf Brust Überzüge am Kabelzug	2 x Aufwärmätze 3 x Verbundätze à 3 x 12 Wdh Mit 2 min Pause
Verbundsatz: Kreuzheben Beinbeugen	2 x Aufwärmätze 3 x Verbundätze à 3 x 12 Wdh Mit 2 min Pause
Verbundsatz: Bandrücken flach Kurzhantel Fliegende flach Kurzhantel	2 x Aufwärmätze 3 x Verbundätze à 3 x 12 Wdh Mit 2 min Pause
Cardio: Crosser / Fahrrad bei 75% der HF_{max}	Estimated Range: 130 – 140 bpm à 30min

