

Erhöhte Kraft und Erholung nach geschwindigkeitsbasiertem Krafttraining im Rudern: Eine randomisiert kontrollierte Studie

(AZ 070513/19-20)

Steffen Held & Lars Donath (Projektleitung)

Deutsche Sporthochschule Köln, Abteilung für trainingswissenschaftliche Interventionsforschung

1 Einleitung

Da Rudern gleichermaßen hohe Ausdauer- (Ingham et al., 2002) und Kraftfähigkeiten (García-Pallarés & Izquierdo, 2011) erfordert, ist neben umfangreichem Ausdauertraining (Ingham et al., 2002) auch ein konsequentes Krafttraining (García-Pallarés & Izquierdo, 2011) notwendig. Da simultanes Kraft- und Ausdauertraining negativ miteinander interferieren kann (Wilson et al., 2012), werden Krafttrainingsmethoden ohne erschöpfende Wirkung empfohlen (García-Pallarés & Izquierdo, 2011). Eine derartige Krafttrainingsmethode ohne erschöpfende Wirkung stellt das geschwindigkeitsbasierte Krafttraining (velocity-based training; VBT) dar (Pareja-Blanco et al., 2020): Wenn die mittlere konzentrische Bewegungsgeschwindigkeit (*mean concentric velocity*; MCV) unter ein bestimmtes zuvor festgelegtes Niveau fällt, wird der Trainingssatz beendet, obwohl noch wenige weitere Wiederholungen bis zur Erschöpfung möglich gewesen wären. Dieses Vorgehen erscheint vor allem für Kraft-Ausdauer Disziplinen relevant, da traditionelles *one-repetition maximum* (1RM) basiertes Krafttraining bis zum Wiederholungsversagen (*traditional 1RM-based training to failure*; TRF) nicht zwangsläufig zu höheren Kraft oder Hypertrophie Anpassungen führt (Izquierdo-Gabarrén et al., 2009). Zusätzlich könnte eine übermäßige Ermüdung durch TRF nachfolgende (Ausdauer) Trainingseinheiten negativ beeinträchtigen (García-Pallarés & Izquierdo, 2011; Morán-Navarro et al., 2017).

Vor diesem Hintergrund wurden die Effekte von VBT mit 10 % Geschwindigkeitsverlust (VL10), im Vergleich zu TRF auf das 1RM und die maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2\max}$)

untersucht. Zusätzlich wurden die Effekte von VL10 und TRF auf den Erholungs- und Stressstatus (Nässi et al., 2017) hin untersucht. Die Ergebnisse dieser Studie könnten einen nennenswerten Einfluss auf die Konzeption des Krafttrainings im Rudern und anderen Kraftausdauerdisziplinen haben.

2 Methoden

Probanden und Design: Mit Hilfe der *Minimization*-Methode (Scott et al., 2002) (Strata: $\dot{V}O_{2\max}$, Summe aller Krafttestergebnisse ($\text{Strength}_{\text{Total}}$), Alter, Körperhöhe, Körpermasse und Geschlecht) wurden 21 gut trainierte Ruderer (4 weiblich, 17 männlich; $19,6 \pm 2,1$ years; $1,83 \pm 0,07$ m; $74,6 \pm 8,8$ kg; $\dot{V}O_{2\max}$: $64,9 \pm 8,5$ ml·kg⁻¹·min⁻¹) entweder der VL10 (N = 11) oder TRF (N = 10) Gruppe zugeordnet. $\dot{V}O_{2\max}$ (Ruderergometer-) Rampentests (Treff et al., 2018) und 1RM Krafttests (McCurdy et al., 2004) der Übungen Kniebeuge (*squat*; SQ1RM), Kreuzheben (*deadlift*; DL1RM), Bankziehen (*bench row*; BR1RM) und Bankdrücken (*bench press*; BP1RM) wurden jeweils als PRE und POST Diagnostik durchgeführt. Das Studienprotokoll entspricht den internationalen ethischen Standards und wurde von der lokalen Ethikkommission (165/2019) bewilligt.

Training: Beide Gruppen absolvierten 2 wöchentliche Krafttrainingseinheiten (VL10 vs. TRF), wobei *power clean*, *squat*, *bench row*, *deadlift* und *bench press* in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt wurden. Die relative Last (80 % 1RM), Anzahl der Trainingssätze (4) und Satzpausen (2-3 min) waren in VL10 und TRF identisch. Der 10 % Geschwindigkeitsverlust bei VL10 wurde durch ein akustisches Signal ange-

zeigt (*Speed4lifts encoder, Speed4lifts*, Madrid, Spanien). Die Teilnehmenden wurden aufgefordert, die konzentrische Phase aller Übungen mit der maximal intendierten konzentrischen Geschwindigkeit durchzuführen. Zusätzlich zum VL10- oder TRF-Krafttraining absolvierten beide Gruppen ihr tägliches Ausdauertraining im gleichen Umfang.

Monitoring: Neben den Trainingsdaten (*Low intensity Training*, LiT; *Threshold Training*, ThT; *High intensity Training*, HiT; *Krafttraining*, Strength) (Seiler, 2010) wurde auch die wahrgenommene Trainingsintensität (*perceived training intensity*; RPE; CR-10 scale) (Foster et al., 2001) erfasst. Zusätzlich wurde der multidimensionale Erholungs- und Stresszustand mit Hilfe der *Kurzskala für Erholung und Belastung* (KEB) (Nässi et al., 2017) täglich protokolliert. Zur weiteren Datenanalyse wurden die mittlere Änderung, die *overall recovery* (Δ OR) und der *overall stress* (Δ OS) für 24 und 48 Stunden nach dem Krafttraining (in Bezug auf die Werte vor dem Krafttraining) erfasst.

Statistik: Alle Daten werden als Mittelwert \pm Standardabweichung dargestellt. Ein-faktorielle (VL10 vs. TRF) Varianzanalysen (ANOVA) wurden für die anthropometrische Daten, die Trainingsdaten, den mOS, die mOR und die wahrgenommene Trainingsintensität berechnet. Für jeden Zielparameter (SQ1RM, DL1RM, BR1RM, BP1RM, StrengthTOTAL, $\dot{V}O_{2max}$, P_{VO2MAX} , Δ OS und Δ OR) wurden jeweils 2 (Gruppe: VL10 vs. TRF) x 2 (Zeit: PRE vs. POST) Varianzanalysen mit wiederholten Messungen (rANOVA) berechnet. Bei signifikanten Gruppen x Zeit Interaktionen wurden zusätzliche *Bonferoni post-hoc* Tests durchgeführt. Ein p -Wert $\leq 0,05$ wurde als statistisch signifikant angesehen.

3 Ergebnisse

Kraft: Die rANOVA zeigte signifikante Gruppen x Zeit Interaktionen für SQ1RM, BR1RM, BP1RM und Strength_{Total} (Tab. 1). Anschließende *post-hoc* Tests ergaben signifikant ($p < 0,001$; SMD $> 0,654$) höhere Steigerungen von SQ1RM, DL1RM, BR1RM, BP1RM und Strength_{Total} zugunsten von VL10 (Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht der Zielparameter (Mittelwert \pm Standardabweichung) für das geschwindigkeitsbasierte Krafttraining mit einem maximal 10 %-igen Geschwindigkeitsverlust (VL10) und das traditionelle 1RM-basierte krafttraining bis zum repetition failure (TRF). Zusätzlich werden p -Werte, Effektgrößen (η^2) der rANOVA; prozentuale PRE zu POST change scores und standardisierten Mittelwertdifferenzen (SMD) für den Vergleich zwischen den Gruppen angegeben. Post-hoc Signifikanzen sind markiert (***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; ns: $p > 0,05$).

Test	VL10 pre	VL10 post	change score	SMD	TRF pre	TRF post	change score	SMD	time	group x time
$\dot{V}O_{2max}$ [ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹]	64,4 \pm 7,3	66,3 \pm 7,6	+3,8 \pm 7,5 %	0,255 ^{ns}	65,5 \pm 9,7	67,6 \pm 8,9	+3,3 \pm 8,2 %	0,225 ^{ns}	$p = 0,020$ $\eta_p^2 = 0,265$	$p = 0,552$ $\eta_p^2 = 0,020$
P_{VO2MAX} [W]	382 \pm 49	409 \pm 63	+5,5 \pm 5,1 %	0,481 ^{ns}	372 \pm 51	392 \pm 55	+7,0 \pm 7,3 %	0,378 ^{ns}	$p = 0,012$ $\eta_p^2 = 0,300$	$p = 0,506$ $\eta_p^2 = 0,025$
SQ1RM [%]	123,3 \pm 8,6	153,8 \pm 26,5	+24,8 \pm 12,7 %	1,582 ^{***}	131,4 \pm 25,2	143,7 \pm 28,3	+9,3 \pm 3,0 %	0,460 ^{**}	$p = 0,872$ $\eta_p^2 = 0,001$	$p = 0,001$ $\eta_p^2 = 0,452$
DL1RM [%]	160,3 \pm 28,8	192,4 \pm 27,5	+21,6 \pm 17,1 %	1,139 ^{***}	167,9 \pm 30,6	186,7 \pm 32,2	+11,4 \pm 5,6 %	0,599 ^{**}	$p = 0,028$ $\eta_p^2 = 0,242$	$p = 0,145$ $\eta_p^2 = 0,114$
BR1RM [%]	108,1 \pm 13,3	117,4 \pm 14,1	+8,8 \pm 7,3 %	0,680 ^{***}	109,4 \pm 15,5	111,5 \pm 14,3	+2,2 \pm 4,7 %	0,141 ^{**}	$p = 0,124$ $\eta_p^2 = 0,126$	$p = 0,031$ $\eta_p^2 = 0,232$
BP1RM [%]	93,5 \pm 18,3	106,1 \pm 20,3	+13,7 \pm 8,1 %	0,654 ^{***}	95,8 \pm 16,1	102,4 \pm 16,3	+7,1 \pm 4,1 %	0,408 ^{ns}	$p = 0,306$ $\eta_p^2 = 0,058$	$p = 0,022$ $\eta_p^2 = 0,259$
Strength _{Total} [%]	485,4 \pm 68,2	569,7 \pm 70,4	+18,0 \pm 11,3 %	1,217 ^{***}	504,4 \pm 79,8	544,2 \pm 83,6	+8,0 \pm 2,9 %	0,488 ^{***}	$p = 0,099$ $\eta_p^2 = 0,144$	$p = 0,014$ $\eta_p^2 = 0,293$

$\dot{V}O_{2max}$: maximale Sauerstoffaufnahme; P_{VO2MAX} : Leistung an der $\dot{V}O_{2max}$; **SQ1RM**: squat Einer-Wiederholungsmaximum (1RM) in Relation zur Körpermasse; **DL1RM**: deadlift 1RM in Relation zur Körpermasse; **BR1RM**: bench row 1RM in Relation zur Körpermasse; **BP1RM**: bench press 1RM in Relation zur Körpermasse; **Strength_{Total}**: Summe der squat, deadlift, bench row und bench press 1RMs in Relation zur Körpermasse

Ausdauer: $\dot{V}O_2\text{max}$ und P_{VO2MAX} zeigten zwar signifikante Zeiteffekte, jedoch keine Gruppen \times Zeit Interaktionen (Tab. 1).

Trainingsprotokolle: TRF und VL10 zeigte keine signifikanten Baseline-Unterschiede ($p \geq 0,540$; $\eta_p^2 \leq 0,028$; $\text{SMD} \leq 0,280$). Abgesehen von der Gesamtwiederholungszahl ($p = 0,001$; $\eta_p^2 = 0,028$; $\text{SMD} = 3,450$) zeigten die Trainingsprotokolle keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ($p \geq 0,614$; $\eta_p^2 \leq 0,029$; $\text{SMD} \leq 0,240$). *Post-hoc* Tests ergaben signifikant ($p < 0,001$; $\text{SMD} = -3,45$) höhere Gesamtwiederholungszahlen für TRF (mittlere Wiederholungszahl pro Satz: $8,8 \pm 0,9$) im Vergleich zu VL10 (mittlere Wiederholungszahl pro Satz: $6,7 \pm 0,3$). RPE während des Krafttrainings zeigte signifikante Interaktionseffekte ($p = 0,001$; $\eta_p^2 = 0,610$) zu Gunsten ($p = 0,001$; $\text{SMD} = -2,519$) von VL10 ($6,8 \pm 0,8$ a. u.) im Vergleich zu TRF ($8,7 \pm 0,7$ a. u.). RPE des restlichen Trainings zeigte keine signifikanten Effekte für VL10 ($3,6 \pm 1,0$ a. u.) und TRF ($4,0 \pm 1,0$ a. u.).

Kurzskala für Erholung und Belastung: ΔOS (Abb. 1A) und ΔOR (Abb. 1B) zeigten signifikante Gruppen \times Zeit Interaktionseffekte. *Post-hoc* Tests ergaben keine signifikanten ($p = 0,498$; $\text{SMD} = -0,52$) ΔOS Unterschiede zwischen VL10 und TRF für die Daten 24 h nach dem Krafttraining, aber signifikante ($p = 0,000$; $\text{SMD} = 4,03$) Unterschiede für 48 h POST Krafttrainingsdaten. Darüber hinaus nahm ΔOS 24 bis 48 h nach dem Krafttraining bei VL10 signifikant ab (von $0,3 \pm 0,5$ auf $-0,2 \pm 0,3$ u. a.; $p = 0,000$; $\text{SMD} = -1,213$) und stieg bei TRF signifikant an (von $0,1 \pm 0,2$ auf $0,7 \pm 0,1$ u. a.; $p < 0,001$; $\text{SMD} = -3,80$). In Bezug auf die ΔOS zeigten die *post-hoc* Tests einen signifikanten Unterschied zwischen VL10 und TRF für die 24 ($p = 0,001$; $\text{SMD} = -5,69$) und 48 h ($p = 0,001$; $\text{SMD} = -6,50$) POST Krafttrainingsdaten. Während ΔOR bei VL10 keine signifikanten Unterschiede (von $0,0 \pm 0,1$ auf $0,0 \pm 0,2$ a. u.; $p = 0,636$; $\text{SMD} = 0,00$) der 24 zu 48 h POST Krafttraining Daten zeigte, waren bei TRF signifikante Rückgänge (von $-0,9 \pm 0,2$ auf $-1,3 \pm 0,2$ a. u.; $p = 0,001$; $\text{SMD} = 2,00$) zu beobachten.

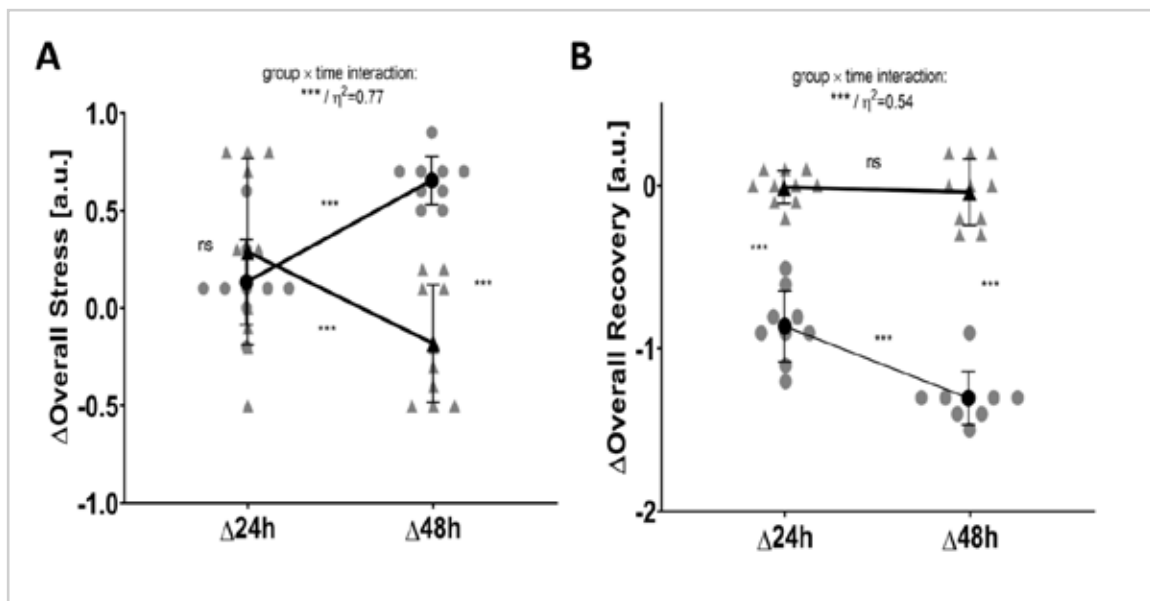


Abb. 1: Mittlere change scores des overall stress (ΔOS ; A) und overall recovery (ΔOR ; B) 24 und 48h nach dem Krafttraining (in Bezug zu vor dem Krafttraining) für das geschwindigkeitsbasierte Krafttraining mit einem 10 %-igen Geschwindigkeitsverlust (VL10: Dreiecke) und das traditionelle 1RM-basierte Widerstandstraining bis zum repetition failure (TRF: Kreise). Zusätzlich werden Gruppenmittelwerte in schwarz und individuellen Werte in grau angegeben. Die Signifikanz und Effektgröße (η^2) der rANOVA und *post-hoc* Ergebnisse sind angegeben (***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$ ns: $p > 0,05$).

4 Diskussion

Diese zweiarmige randomisiert kontrollierte Studie betrachtete die Auswirkungen von VL10 im Vergleich zu TRF auf das 1RM und die $\dot{V}O_2\text{max}$. Zusätzlich wurden Erholungs- und Stresdaten erhoben. Unsere Ergebnisse konnten zeigen, dass 8 Wochen VL10 im Vergleich zu TRF zur größeren Anpassung der *squat*, *deadlift*, *bench row* und *bench press* 1RM führten, während gleichzeitig weniger Erholungsbedarf nötig zu sein scheint (Abb. 1). Obwohl VL10 zu geringeren Stressbeanspruchungen (Abb. 1) und weniger Gesamtwiederholungen beim Krafttraining führte, konnten ähnliche Verbesserungen der $\dot{V}O_2\text{max}$ und der Leistung an der $\dot{V}O_2\text{max}$ in beiden Gruppen beobachtet werden. Während die wahrgenommene Trainingsintensität beim Krafttraining für VL10 (im Vergleich zu TRF) signifikant niedriger war, zeigte die wahrgenommene Trainingsintensität des übrigen Trainings keine signifikanten Effekte.

Generell scheinen 1RM Anpassungen durch simultanes Kraft- und Ausdauertraining negativ beeinflusst zu werden (García-Pallarés & Izquierdo, 2011). Daher scheint ein moderates Krafttrainingsvolumen, welches nicht bis zur Erschöpfung ausgeführt wird, eine gute Alternative für das Erreichen größerer Kraft- und Ruderleistungszuwächse (im Vergleich zu höheren Trainingsvolumina bis zum Wiederholungsversagen) zu sein (García-Pallarés & Izquierdo, 2011; Izquierdo-Gabarren et al., 2009). Diese vorherigen Ergebnisse wurden durch unsere Daten bestätigt, da die Interventionsgruppe (kein Wiederholungsversagen) im Vergleich zur Kontrollgruppe (Wiederholungsversagen) sogar leicht überlegene Kraftanpassungen zeigte. Während eines solchen *concurrent training* Ansatzes beschleunigt der "not to repetition failure approach" die Erholung vom Krafttraining und ermöglicht möglicherweise höhere Leistungen in anschließenden Trainingseinheiten (García-Pallarés & Izquierdo, 2011).

In diesem Zusammenhang lieferte der Geschwindigkeitsverlust während eines Satzes eine gute Schätzung der *repetitions in reserve* und erlaubte somit eine objektive Bewertung des Anstrengungsniveaus während des Krafttrainings (Rodríguez-Rosell et al., 2019). Daher verringerte ein geringerer Geschwindigkeitsverlust die Gesamtzahl der Wiederholungen (Pareja-Blanco et al., 2017; Pareja-Blanco et al., 2020) und führte zu geringeren metabolischen (Laktat, Ammoniak) Ermüdungs-Parametern (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011). Dies steht im Einklang mit unseren Ergebnissen, da geschwindigkeitsbasiertes Krafttraining im Vergleich zu TRF zu einer geringeren Gesamtwiederholungszahl und einer geringeren wahrgenommenen Trainingsintensität (beim Krafttraining) führte. Dieses Ergebnis könnte sich auf eine verringerte trainingsinduzierte Belastung beim geschwindigkeitsbasierten Krafttraining beziehen. Die beobachteten niedrigeren *overall stress* und höheren *overall recovery* Daten beim geschwindigkeitsbasierten Krafttraining zeigten, dass die geringere akute Ermüdung (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011) auch auf Erholungsdaten 24 und 48 h nach dem Krafttraining übertragbar waren.

Insgesamt deuten die vorliegenden Daten darauf hin, dass VL10 größere Kraftanpassungen trotz reduzierter trainingsinduzierter Belastung (verringertes bzw. erhöhtes *overall stress* und *overall recovery*) induzierte. Dementsprechend stellt VL10 eine vielversprechende und vorteilhafte Alternative zum traditionellen Krafttraining bis zu TRF dar. Die verkürzte Erholungszeit nach VBT könnte den Trainern und Athleten ermöglichen, eine weitere hochintensive Ausdauerbelastung im Wochenplan zu platzieren. Zukünftige Forschungen sollten die Interferenzeffekte von VL10 in Kraftausdauersportarten untersuchen. Darüber hinaus sollten die Auswirkungen von VL10 in anderen Ausdauersportarten wie Laufen, Radfahren oder Schwimmen untersucht werden.

5 Literatur

- Foster, C., Florhaug, J., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1, 109-115.
- García-Pallarés, J., & Izquierdo, M. (2011). Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(4), 329-343. <https://doi.org/10.2165/11539690-000000000-00000>
- Ingham, S., Whyte, G., Jones, K., & Nevill, A. (2002). Determinants of 2,000 m rowing ergometer performance in elite rowers. *European Journal of Applied Physiology*, 88(3), 243-246. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0699-9>
- Izquierdo-Gabarrén, M., González de Txabarri Expósito, R., García-Pallarés, J., Sánchez-Medina, L., Sáez de Villarreal E, S., & Izquierdo, M. (2009). Concurrent Endurance and Strength Training Not To Failure Optimizes Performance Gains. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(6), 1. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e-3181c67eec>
- McCurdy, K., Langford, G. A., Cline, A. L., Doscher, M., & Hoff, R. (2004). The reliability of 1- and 3RM tests of unilateral strength in trained and untrained men and women. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(3), 190-196.
- Morán-Navarro, R., Pérez, C. E., Mora-Rodríguez, R., de la Cruz-Sánchez, E., González-Badillo, J. J., Sánchez-Medina, L., & Pallarés, J. G. (2017). Time course of recovery following resistance training leading or not to failure. *European Journal of Applied Physiology*, 117(12), 2387-2399. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3725-7>
- Nässi, A., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Kellmann, M. (2017). Development of two short measures for recovery and stress in sport. *European Journal of Sport Science*, 17(7), 894-903. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1318180>
- Pareja-Blanco, F., Alcazar, J. J., Sánchez-Valdepeñas, J., Cornejo-Daza, P. J., Piqueras-Sanchiz, F., Mora-Vela, R., Sánchez-Moreno, M., Bachero-Mena, B., Ortega-Becerra, M., & Alegre, L. M. (2020). Velocity Loss as a Critical Variable Determining the Adaptations to Strength Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(8). <https://journals.lww.com/10.1249/MSS.0000000000002295>
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., Morales-Alamo, D., Pérez-Suárez, I., Calbet, J. A. L. L., & González-Badillo, J. J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(7), 724-735. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Sánchez-Medina, L., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2019). Relationship Between Velocity Loss and Repetitions in Reserve in the Bench Press and Back Squat Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002881>
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1725-1734. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318213f88>
- Scott, N., McPherson, G., Ramsay, C., & Campbell, M. (2002). The method of minimization for allocation to clinical trials: a review. *Controlled Clinical Trials*, 23(6), 662-674. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12505244>
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 276-291. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20861519>

- Treff, G., Winkert, K., Machus, K., & Steinacker, J. M. (2018). Computer-Aided Stroke-by-Stroke Visualization of Actual and Target Power Allows for Continuously Increasing Ramp Tests on Wind-Braked Rowing Ergometers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(6), 729-734. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0716>
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M. C., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2293-2307. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d>