



**השפעותיו של אימון EMS
רשימה ביבליוגרפית מתוך הספרות המקצועית**

נבחר ונאסף על ידי פרופ' ד"ר דירקפריצטשה (Dirk Fritzsche)

גרסה: 2.0

תאריך: 20.07.2015

מפתח

תוכן העניינים

- 3..... כוח מרבי והיפרטרופיה של השריר
- 3..... רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:
- 5..... כוח מיידית וביצועים
- 5..... רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:
- 6..... ריצה מהירה (ספרינט) וניתור
- 6..... רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:
- 8..... סיבולת
- 8..... רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:
- 9..... מניעת ניוון שרירים ואיבוד מינרלים של העצם
- 9..... רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:
- 10..... ביצועים, סיבולת, ספיגת חמצן בסף האנאירובי, ספיגת חמצן מרבית
- 10..... רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:

כוח מרבי והיפרטרופיה של השריר

- בקרב ספורטאים מאומנים בענפי ספורט שונים נצפה גידול בכוח האיזומטרי המרבי בין 15% ל- 40%, בכוח הבינוני נצפה גידול של 32.6% (5, 6, 7, 9, 22, 24, 27).
- השיפור המרבי בכוח האיזומטרי הממוצע לאחר אימון EMS בקרב נסיינים שאינם מתאמנים היה 23.5% (1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 25, 28).
- בקרב הספורטאים נצפה שיפור מרבי בכוח של 30-40% לאחר 5 שבועות של אימון EMS בלבד (12).
- שחיינים תחרותיים הציגו שיפור של ה-MVC בעת התכווצויות אקסצנטריות וקונצנטריות בשריר הגב הרחב (m. latissimusdorsi) כמו גם בשריר הירך הארבע ראשי (m. quadricepsfemoris) וכן הציגו זמנים טובים יותר בשחייה בסגנון חופשי (23).
- מחקר בודד של מרים משקולות: ארבעה חודשי אימון EMS: ה-RM הראשון גדל בכ- 20 ק"ע בעת ביצוע כפיפות ברכיים (סקווט), מעבר לכך נצפה שיפור בהנפה (snatch) ובדחיקה (clean andjerk).
- ניתן להציע אימון EMS לאנשים אשר אינם מתאמנים כמו גם למתאמנים מונחי כושר: באימון איזוקינטי (אקסצנטרי וקונצנטרי) בהתייחס לאימון EMS, נצפתה הגדלה של השריר ב- 10% תוך 8 שבועות (26, 29).
- אימון משולב (היפרטרופיית מכשירים) בשילוב עם EMS הציג את ההשפעות הרבות ביותר על הכוח (13).

רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:

1. Alon, G., McCombre, S.A., Koutsantonis, S., Stumphauzer, L.J., Burgwin, K.C., Parent, M.M., & Bosworth, R.A. (1987). Comparison of the Effects of Electrical Stimulation and Exercise on Abdominal Musculature. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 8 (12), 567-573.
2. Andersen, L.L., & Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. Eur J Appl Physiol, 96, 46-52.
3. Balogun, J.A., Onilari, O.O., Akeju, A.O., & Marzouk, D.K. (1993). High Voltage Electrical Stimulation in the Augmentation of Muscle Strength: Effects of Pulse Frequency. Arch Phys Med Rehabil, 74, 910-6.
4. Boutelle, D., Smith, B., & Malone, T. A Strength Study Utilizing the Electro-Stim 180. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 7(2), 50-53.
5. Cabric, M., & Appell, H. J. (1987a). Zur Wirkung hochfrequenter EMS auf Muskelkraft und Muskelmasse.
6. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 38 (1), 15-18.
7. Cabric, M., & Appell, H. J. (1987b). Effect of electrical stimulation of high and low frequency on maximum isometric force and some morphological characteristics in men. Int J Sports Med, 8 (4), 256-260.
8. Colson, S., Martin, A., & Van Hoecke, J. (2000). Reexamination of training effects by electrostimulation in the human elbow musculoskeletal system. Int J Sports Med, 21 (4), 281-288.
9. Currier, D.P., & Mann, R. (1983). Muscular Strength Development by Electrical Stimulation in Healthy Individuals. Physical Therapy, 63 (6), 915-921.
10. Eriksson, E., Hagmark, T., Kiessling, K. H., & Karlsson, J. (1981). Effect of electrical stimulation on human skeletal muscle. Int. J Sports Med., 2 (1), 18-22.
11. Gondin, J., Guette, M., Ballay, Y., & Martin, A. (2005). Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. Med Sci Sports Exerc, 37 (8), 1291-1299.
12. Gondin, J., Guette, M., Ballay, Y., & Martin, A. (2006). Neural and muscular changes to detraining after electrostimulation training. Eur J Appl Physiol, 97 (2), 165-173.

13. Kots, J.M. & Chwilon, W. (1971). Das Muskelkrafttraining mit der Methode der Elektromyostimulation (russ.). In: Adrianowa, G. et al. (1974). Die Anwendung der Elektrostimulation für das Training der Muskelkraft.
14. Kreuzer, S., Kleinoeder, H., & Mester, J. (2006). Effectsofwholebodyelectrostimulationtrainingand traditional strengthtraining on variousstrengthandbloodparameter in juvenile elitewaterpolo players. In: H. Hoppeler, T. Reilly, E. Tsolakidis, L. Gfeller & S. Klossner (Eds.) (Vol. 11, pp. 264). Cologne: Sportverlag Strauss.
15. Kubiak, R.J., Whitman, K.M., & Johnston, R.M. (1987). Changes in QuadricepsFemorisMuscleStrengthUsingIsometricExercise Versus Electrical Stimulation. Journal ofOrthopaedicand Sports PhysicalTherapy, 8 (11), 537-541.
16. Lai, H.S., de Domenico, G., & Straus, G.R., (1988). The Effectof Different Electro-Motor Stimulation Training Intensities on StrengthImprovement. The Australian Journal ofPhysiotherapy, 34 (3), 151-164.
17. Laughman, R.K., Youdas, J.W., Garrett, T.R., & Chao, E.Y.S. (1983). StrengthChanges in the Normal QuadricepsFemorisMuscleas a ResultofElectrical Stimulation. PhysicalTherapy, 63 (4), 494-499.
18. Maffiuletti, N. A., Cometti, G., Amiridis, I. G., Martin, A., Pousson, M., & Chatard, J. C. (2000). The effectsofelectromyostimulationtrainingandbasketballpractice on musclestrengthandjumpingability. Int J Sports Med, 21 (6), 437-443.
19. Maffiuletti, N. A., Zory, R., Miotti, D., Pellegrino, M. A., Jubeau, M., & Bottinelli, R. (2006). Neuromuscularadaptationstoelectrostimulationresistancetraining. Am J PhysMedRehabil, 85 (2), 167-175.
20. Martin, L., Cometti, G., Pousson, M., & Morlon, B. (1994). The influenceofelectrostimulation on mechanicalandmorphologicalcharacteristicsofthetricepssurae. J Sports Sci, 12 (4), 377-381.
21. Matsuse, H., Shiba, N., Umezue, Y., Nago, T., Tagawa, Y., Kakuma, T., Nagata, K., & Basford, J.R. (2006). Muscle Training byMeansofCombinedElectrical Stimulation and Volitional Contraction. Aviat Space EnvironMed, 77, 581-585.
22. McMiken, D.F., Todd-Smith, M. & Thompson, C. (1983). Strengtheningof human quadricepsmusclesbycutaneouselectricalstimulation. Scand J RehabMed, 15 (1), 25-28.
23. Miller, C., & Thépaut-Mathieu, C. (1993). Strength Training byElectrostimulationConditionsforEfficacy. In. J Sports Med, 14 (1), 20-28.
24. Pichon, F., Chatard, J. C., Martin, A., & Cometti, G. (1995). Electricalstimulationandswimmingperformance. MedSci Sports Exerc, 27 (12), 1671-1676.
25. Portmann, M., & Montpetit, R. (1991). Effectsoftrainingbystaticanddynamicalelectricalstimulation on themuscularcontraction. Science & Sports, 6, 193-203.
26. Rich, N. C. (1992). Strengthtraining via high frequencyelectricalstimulation. J Sports MedPhys Fitness, 32 (1), 19-25.
27. Ruther, C.L., Golden, C.L. Harris, R.T., Dudley, G.A. (1995). Hypertrophy, resistancetraining, andthenatureofskeletalmuscleactivation. Journal ofstrengthandConditioning Research, 9, 155-159.
28. Selkowitz, D.M. (1985). Improvement in IsometricStrengthoftheQuadricepsFemorisMuscle after Training withElectrical Stimulation. PhysicalTherapy, 65(2), 186-196.
29. Soo, C.-L., Currier, D.P., & Threlkeld, A.J. (1988). Augment in VoluntaryTorqueofHealthyMusclebyOptimizationofElectrical Stimulation. PhysTher (United States), 68 (3), 333-337.
30. Stevenson, S.W., Dudley, G.A. (2001). Dietarycreatinesupplementationandmuscularadaptationtoresistiveoverload. Medicineand Science in Sports & Exercise, 33, 1304-1310.

כוח מידי וביצועים

- מחברים שונים מאשרים את ההשפעה החיובית על מהירות ההתכווצות של השריר (1, 3, 5).
- קבוצת מתאמני ה-EMS מציגה יתרון בהתייחס למהירות התנועה (כ-30% בשרירים של כיפוף הרגל) תוך הצגת שיפור משמעותי בביצועים (4, 6).
- שילוב של אימוני כוח קלאסיים (היפרטרופיה) ואימוני EMS תורם לשיפור משמעותי בשני גורמי הביצוע (מהירות התנועה והכוח), (4, 6).

רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:

1. Andersen, L.L., &Aagaard, P. (2006). Influenceof maximal musclestrengthandintrinsicmusclecontractileproperties on contractile rate offorceddevelopment. Eur J ApplPhysiol, 96, 46-52.
2. Babault, N., Cometti, G., Bernardin, M., Pousson, M. &Chatard, J.-C. (2007). EffectsofElectromyostimulation Training on MuscleStrengthand Power of Elite Rugby Players. Journal ofStrengthandConditioning Research, 21(2), 431-437.
3. Colson, S., Martin, A., & Van Hoecke, J. (2000). Reexaminationoftrainingeffectsbyelectrostimulation in the human elbowmusculoskeletalsystem. Int J Sports Med, 21(4), 281-288.
4. Kleinöder, H. (2007). Muskeltraining der Zukunft: Wissenschaftliche und praktische Anwendung von
5. Ganz-körper-Elektromyostimulations-Training (GK-EMS) unter besonderer Berücksichtigung des Krafttrainings. Medicalsportsnetwork, 4/07.
6. Maffiuletti, N. A., Cometti, G., Amiridis, I. G., Martin, A., Pousson, M., &Chatard, J. C. (2000). The effectsofelectromyostimulationtrainingandbasketballpractice on musclestrengthandjumpingability. Int J Sports Med, 21(6), 437-443.
7. Speicher, U., Schmithüsen J., Nowak, S., Kleinöder, H., de Marées, M., & Mester, J. (2008). Effectsofdynamicelectromyostimulation on currentstrength-diagnostics. (Noch unveröffentlicher BiSP Bericht 2009.)

ריצה מהירה (ספרינט) וניתור

- מחקרים מציגים שיפור של $1.7\% \pm 3.1$ בריצה מהירה על פני טווח של 3 שבועות בקרב ספורטאים תחרותיים.
- Brocherie ואחרים (2) מציגים שיפור של 4.8% בריצה מהירה למרחק של 10 מ' בקרב משחקני הוקי.
- Pichon ואחרים (9) מציגים שיפור של 1.3% במרחקים של 25 מ' (ענף הספורט: שחייה) ושיפור של 1.45% במרחקים של 50 מ' בסגנון חופשי.
- באימוני כוח משולבים (פולימטריה / EMS), הציגו Herrero ואחרים (3) ירידה של 2.3% בזמנים בריצה מהירה למרחק של 20 מ' בקרב אלה שאינם מתאמנים.
- יכולות הניתור לאחר אימון EMS הציגו שיפור שבין 2.3% ל- 19.2% לאחר אימון EMS איזומטרי (ממוצע של $10 \pm 6.5\%$) ובין 6.7% ל- 21.4% באימון EMS דינמי (1, 4, 5, 7, 8, 13).
- לאחר אימוני EMS משולבים ניתן למצוא בספרות המקצועית עלייה ממוצעת של $11.2 \pm 5.5\%$ בכוח הניתור (3, 6, 11).

רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:

1. Babault, N., Cometti, G., Bernardin, M., Pousson, M. & Chatard, J.-C. (2007). Effects of Electromyostimulation Training on Muscle Strength and Power of Elite Rugby Players. Journal of Strength and Conditioning Research, 21(2), 431-437.
2. Brocherie, F., Babault, N., Cometti, G., Maffiuletti, N., & Chatard, J. C. (2005). Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. Med Sci Sports Exerc, 37(3), 455-460.
3. Herrero, J. A., Izquierdo, M., Maffiuletti, N. A., & Garcia-Lopez, J. (2006). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. Int J Sports Med, 27(7), 533-539.
4. Kots, J.M. & Chwilon, W. (1971). Das Muskelkrafttraining mit der Methode der Elektromyostimulation (russ.). In: Adrianowa, G. et al. (1974). Die Anwendung der Elektrostimulation für das Training der Muskelkraft.
5. Maffiuletti, N. A., Cometti, G., Amiridis, I. G., Martin, A., Pousson, M., & Chatard, J. C. (2000). The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. Int J Sports Med, 21(6), 437-443.
6. Maffiuletti, N. A., Dugnani, S., Folz, M., Di Pierno, E., & Mauro, F. (2002a). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. Med Sci Sports Exerc, 34(10), 1638-1644.
7. Malatesta, D., Cattaneo, F., Dugnani, S., & Maffiuletti, N. A. (2003). Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. J Strength Cond Res, 17(3), 573-579.
8. Paillard, T. (2008). Combined Application of Neuromuscular Electrical Stimulation and Voluntary Muscular Contractions. Sports Med, 38(2), 161-177.
9. Pichon, F., Chatard, J. C., Martin, A., & Cometti, G. (1995). Electrical stimulation and swimming performance. Med Sci Sports Exerc, 27(12), 1671-1676.
10. Ronnestad, B.R., Kvamme, N.H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-Term Effects of Strength and Plyometric Training on Sprint and Jump Performance in Professional Soccer Players. Journal of Strength and Conditioning Research, 22(3), 733-780.

11. Venable, M.P., Collins, M.A., O'Brynt, H.S., Denegar, C.R., Sedivec, M.J., & Alon, G. (1991). Effects of Supplemental Electrical Stimulation on the Development of Strength, Vertical Jump Performance and Power. *Journal of Applied Sport Science Research*, 5 (3), 139-143.
12. Willoughby, D.S., & Simpson, S. (1996). The Effects of Combined Electromyostimulation and Dynamic Muscular Contractions on the Strength of College Basketball Players. *Strength and Cond. Res.*, 10(1), 40-44.
13. Willoughby, D.S., & Simpson, S. (1998). Supplemental EMS and Dynamic Weight Training: Effects on Knee Extensor Strength and Vertical Jump of Female College Track & Field Athletes. *Strength and Cond. Res.*, 12 (3), 131-137.
14. Wissloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br. J. Sports Med*, 38, 285-288

סיבולת

- סיבולת כוח סטטי: נצפתה צמיחה ממוצעת של 30.3% בתדירות הגירוי הבינונית של +/- 75 Hz (1, 2, 3).
- סיבולת כוח דינמי: נצפתה צמיחה ממוצעת של 41% בתדירות הגירוי הבינונית של +/- 76 Hz (7, 5, 4, 2, 10).
- בעת ביצוע ניסוי בבעלי חיים (ארנבים), גירוי ארוך טווח בתדר נמוך של שרירי השלד, נצפה בעיקר גידול של סיבי הפעילות האטיים של השריר עם יחס מיטוכונדרי גבוה (6).

רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:

1. Alon, G., McCombre, S.A., Koutsantonis, S., Stumphauzer, L.J., Burgwin, K.C., Parent, M.M., & Bosworth, R.A. (1987). Comparison of the Effects of Electrical Stimulation and Exercise on Abdominal Musculature. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 8(12), 567-573.
2. Ballantyne, E., Donne, B. (1999): Effect of neuromuscular electrical stimulation on static and dynamic abdominal strength and endurance in healthy males. *Sport Science*, 431.
3. Kahanovitz, N., Nordin, M., Verderame, R., Parnianpour, M., Yabut, S., Viola, K., Greenidge, N., Mulvihill, M. (1987). Normal trunk muscle strength and endurance in women and the effect of exercises and electrical stimulation. Part 1: Normal endurance and trunk muscle strength in 101 women. *Spine*, 12 (2): 105-111.
4. Kim, C. K., Takala, T. E. S., Seger, J. & Karpakka, J. (1995). Training Effects of Electrically Induced Dynamic Contractions in Human Quadriceps Muscle. *Aviat Space Environ Med*, 66, 251-255.
5. Marqueste, T., Hug, F., Decherchi, P. Jammes, Y. (2003). Changes in neuromuscular function after training by functional electrical stimulation. *Muscle Nerve* 28, 181-188.
6. Pette, D., Vrbova, G. (1985) Neural control of phenotypic expression in mammalian muscle fibres. *Muscle Nerve* 8, 676.
7. Porcari, J., Miller, J., Cornwell, K., Foster, C., Gibson, M., McLean, K., Kernozek, T. (2005). The Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation Training on Abdominal Strength, Endurance and Selected Anthropometric Measures. *J of Sport Science and Medicine*, 4, 66-75.

מניעת ניוון שרירים ואיבוד מינרלים של העצם

- הגדלה של צפיפות העצם.
- מניעת שברים הקשורים בגיל, במיוחד שברי לחץ בחוליות.
- הקלה על תסמיני אוסטאופורוזיס.
- ייעול של פיזור השומן ושיפור היחס שבין שומן הגוף ומסת שריר.

רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:

1. Effekt von Ganzkörper-Elektromyostimulation – „A series of studies“ Eine alternative Trainingstechnologie zur muskuloskelettalen Prävention bei älteren Menschen Osteologie 1/2015, S. 3-17 W. Kemmler; M. Teschler; S. von Stengel Institut für Medizinische Physik, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
2. The Randomized Controlled Training and Electrostimulation Trial (TEST-III) Simon von Stengel, Michael Bebenek, Klaus Engelke, and Wolfgang Kemmler Institute of Medical Physics, University of Erlangen-Nürnberg, 91052 Erlangen, Germany Journal of Osteoporosis Volume 2015, Article ID 643520, 7 pages
3. Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean sedentary, older female adults: subanalysis of the TEST-III trial J. Clinical Interventions in Aging, 10/2013 Wolfgang Kemmler, Simon von Stengel
4. Impact of whole-body electromyostimulation on body composition in elderly women at risk for sarcopenia: the Training and ElectroStimulation Trial (TEST-III) Wolfgang Kemmler, Michael Bebenek, Klaus Engelke, Simon von Stengel Received: 11 December 2012 / Accepted: 29 July 2013 AGE; American Aging Association 2013
5. Effekte der Ganzkörper-Elektromyostimulation auf die Knochendichte eines Hochrisikokollektivs für Osteoporose. Eine randomisierte Studie mit älteren, schlanken und sportlich inaktiven Frauen mit Osteopenie. Osteologie 2013; pg 22 ff W. Kemmler; M. Bebenek; S. von Stengel Institut für Medizinische Physik, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
6. Ganzkörper-Elektromyostimulation zur Prävention der Sarkopenie bei einem älteren Risikokollektiv. Die TEST-III Studie Kemmler W, Engelke K, von Stengel S Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin Jahrgang 63, Nr. 12 (2012)

ביצועים, סיבולת, ספיגת חמצן בסף האנאירובי, ספיגת חמצן מרבית

- אימון EMS מוביל לעלייה בצריכת החמצן המרבית ובספיגת החמצן בסף האנאירובי (anaerobic threshold; at) בשיעור של 22-37%.
- Vo2max; VO2 at 22-37%
- אימון EMS מוביל לעלייה בכח המרבי, לחלופין בביצועים, בהגעה לסף האנאירובי (at) בשיעור של עד 32%.
- Watt max; Watt at 32%
- EMS תורם לעלייה של מקטע הפליטה הקרדיאלי בשיעור של 8%.

רשימה ביבליוגרפית נבחרת לנושאים אלה:

1. Elektromyostimulation (EMS) bei kardiologischen Patienten. Wird das EMS-Training bedeutsam für die Sekundärprävention? Dirk Fritzsche, Andreas Freund¹, Sören Schenk¹, Klaus-Peter Mellwig², Heinz Kleinöder³, Jan Gummert¹, Dieter Horstkotte² Herz 35 · 2010 · Nr. 1 © Urban & Vogel
2. Electrical myostimulation improves left ventricular function and peak oxygen consumption in patients with chronic heart failure: results from the exEMS study comparing different stimulation strategies Frank van Buuren · Klaus Peter Mellwig · Christian Prinz · Britta Korber · Andreas Frund · Dirk Fritzsche · Lothar Faber · Tanja Kottmann · Nicola Bogunovic · Johannes Dahm · Dieter Horstkotte Received: 17 November 2012 / Accepted: 3 April 2013 Clin Res Cardiol DOI 10.1007/s00392-013-0562-5
3. Elektromyostimulation (EMS) verbessert die Leistungsfähigkeit und die linksventrikuläre Funktion bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz Frank van Buuren¹, Klaus Peter Mellwig¹, Christian Prinz¹, Tanja Kottmann¹, Britta Körber¹, Andreas Fründ¹, Lothar Faber¹, Nicola Bogunovic¹, Johannes Dahm³, Dieter Horstkotte¹, Dirk Fritzsche PERFUSION 2013; 26: 76–84
4. Elektromyostimulation: Verbesserung von Lebensqualität, Sauerstoffaufnahme und linksventrikulärer Funktion bei chronischer Herzinsuffizienz. 321-326