

Wissenschaftliche Auswirkungen von EMS Training

1. Maximalkraft und Muskelhypertrophie

- Bei trainierten Athleten aus verschiedenen Sportarten zeigen sich Anstiege der isometrischen Maximalkraft zwischen 15% und 40%, im Mittel 32,6 % (5, 6, 7, 9, 22, 24, 27).
- Die durchschnittliche Verbesserung der isometrischen Maximalkraft nach EMS-Training bei untrainierten Probanden lag bei 23,5% (1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 25, 28).
- Athleten erzielen Maximalkraftverbesserungen von 30 – 40 % nach nur 5 Wochen mit EMS (12).
- Wettkampfschwimmer erreichten Verbesserungen von MVC bei exzentrischen und konzentrischen Kontraktionen des m. latissimus dorsi und des m. quadriceps femoris und bessere Freistil-Schwimmzeiten (23).
- Einzelfallstudie eines Hochleistungsgewichthebers: 4 Monate Training mit EMS: das 1 RM vergrößerte sich bei der Kniebeuge um ca. 20 kg, weiterhin Verbesserungen beim „clean“ und beim „jerk and snatch“.
- EMS kann für untrainierte und fitnessorientierte Personen angeboten werden: bei isokinetischem Training (exzentrisch und konzentrisch) verbunden mit EMS vergrößerte sich die Muskelgröße um ca. 10 % in 8 Wochen (26, 29).
- Gemischtes Training (Hypertrophie an Maschinen) kombiniert mit EMS zeigte die größten Maximalkrafteffekte (13).

Ausgewählte Literatur dazu:

1. Alon, G., McCombre, S.A., Koutsantonis, S., Stumphauer, 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. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 38 (1), 15-18.
6. 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.

7. 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.
8. Currier, D.P., & Mann, R. (1983). Muscular Strength Development by Electrical Stimulation in Healthy Individuals. *Physical Therapy*, 63 (6), 915-921.
9. Eriksson, E., Haggmark, T., Kiessling, K. H., & Karlsson, J. (1981). Effect of electrical stimulation on human skeletal muscle. *Int. J Sports Med.*, 2 (1), 18-22.
10. 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.
11. 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.
12. 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*.
13. Kreuzer, S., Kleinoeder, H., & Mester, J. (2006). Effects of whole body electro stimulation training and traditional strength training on various strength and blood parameter in juvenile elite water polo players. In: H. Hoppeler, T. Reilly, E. Tsolakidis, L. Gfeller & S. Klossner (Eds.) (Vol. 11, pp. 264). Cologne: Sportverlag Strauss.
14. Kubiak, R.J., Whitman, K.M., & Johnston, R.M. (1987). Changes in Quadriceps Femoris Muscle Strength Using Isometric Exercise Versus Electrical Stimulation. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 8 (11), 537-541.
15. Lai, H.S., de Domenico, G., & Straus, G.R., (1988). The Effect of Different Electro-Motor Stimulation Training Intensities on Strength Improvement. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 34 (3), 151-164.
16. Laughman, R.K., Youdas, J.W., Garrett, T.R., & Chao, E.Y.S. (1983). Strength Changes in the Normal Quadriceps Femoris Muscle as a Result of Electrical Stimulation. *Physical Therapy*, 63 (4), 494-499.
17. 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.
18. Maffiuletti, N. A., Zory, R., Miotti, D., Pellegrino, M. A., Jubeau, M., & Bottinelli, R. (2006). Neuromuscular adaptations to electrostimulation resistance training. *Am J Phys Med Rehabil*, 85 (2), 167-175.
19. Martin, L., Cometti, G., Pousson, M., & Morlon, B. (1994). The influence of electrostimulation on mechanical and morphological characteristics of the triceps surae. *J Sports Sci*, 12 (4), 377-381.
20. Matsuse, H., Shiba, N., Umezue, Y., Nago, T., Tagawa, Y., Kakuma, T., Nagata, K., & Basford, J.R. (2006). Muscle Training by Means of Combined Electrical Stimulation and Volitional Contraction. *Aviat Space Environ Med*, 77, 581-585.
21. McMiken, D.F., Todd-Smith, M. & Thompson, C. (1983). Strengthening of human quadriceps muscles by cutaneous electrical stimulation. *Scand J Rehab Med*, 15 (1), 25-28.
22. Miller, C., & Thépaut-Mathieu, C. (1993). Strength Training by Electrostimulation Conditions for Efficacy. *In. J Sports Med*, 14 (1), 20-28.
- 23 58. Pichon, F., Chatard, J. C., Martin, A., & Cometti, G. (1995). Electrical stimulation and swimming performance. *Med Sci Sports Exerc*, 27 (12), 1671-1676.
- 24 59. Portmann, M., & Montpetit, R. (1991). Effects of training by static and dynamic electrical stimulation on the muscular contraction. *Science & Sports*, 6, 193-203.
25. Rich, N. C. (1992). Strength training via high frequency electrical stimulation. *J Sports Med Phys Fitness*, 32 (1), 19-25.

26. Ruther, C.L., Golden, C.L. Harris, R.T., Dudley, G.A. (1995). Hypertrophy, resistance training, and the nature of skeletal muscle activation. *Journal of strength and Conditioning Research*, 9, 155-159.
27. Selkowitz, D.M. (1985). Improvement in Isometric Strength of the Quadriceps Femoris Muscle after Training with Electrical Stimulation. *Physical Therapy*, 65(2), 186-196.
28. Soo, C.-L., Currier, D.P., & Threlkeld, A.J. (1988). Augment in Voluntary Torque of Healthy Muscle by Optimization of Electrical Stimulation. *Phys Ther (United States)*, 68 (3), 333-337.
29. Stevenson, S.W., Dudley, G.A. (2001). Dietary creatine supplementation and muscular adaptation to resistive overload. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 33, 1304-1310.

2. Schnellkraft und Leistung

- Verschiedene Autoren bestätigen einen positiven Effekt auf die Kontraktionsgeschwindigkeit (1, 3, 5).
- EMS- Trainingsgruppe zeigt hohen Zugewinn in Bezug auf die Bewegungsgeschwindigkeit (ca. 30 % bei der Beinbeugemuskulatur) und steigert dadurch die Leistung signifikant (4, 6).
- Eine Kombination aus klassischem Krafttraining (Hypertrophie) und EMS-Training steigert beide Faktoren der Leistung (Bewegungsgeschwindigkeit und Kraft), (4,6).

Ausgewählte Literatur dazu:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Kleinöder, H. (2007). Muskeltraining der Zukunft: Wissenschaftliche und praktische Anwendung von Ganz-körper-Elektromyostimulations-Training (GK-EMS) unter besonderer Berücksichtigung des Krafttrainings. *Medicalsports network*, 4/07.
5. Maffioletti, 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. Speicher, U., Schmithüsen J., Nowak, S., Kleinöder, H., de Marées, M., & Mester, J. (2008). Effects of dynamic electromyostimulation on current strength-diagnostics. (Noch unveröffentlichter BiSP Bericht 2009).

3. Sprint und Sprung

- Die Sprintstudien zeigen Verbesserungen in einem Zeitraum von 3 Wochen von $3.1 \pm 1.7\%$ bei Leistungssportlern.
- Brocherie et al. (2) verbesserten die 10 m Sprintzeit von Eishockeyspielern um 4.8%.
- Pichon et al. (9) verbesserten die 25 m Zeit (Sportart Schwimmen) um 1.3% and die 50 m Freistilzeit um 1.45%.
- Bei kombiniertem Krafttraining (Plyometrie/EMS, erzielten Herrero et al. (3) eine Reduktion der 20m Sprintzeit um 2.3% bei untrainierten Personen.
- Sprungfähigkeiten zeigten nach EMS Training Verbesserungen zwischen 2.3% bis 19.2% nach isometrischem EMS-Training (im Mittel $+10 \pm 6.5\%$) und 6.7% bis 21.4% nach dynamischem EMS-Training (1, 4, 5, 7, 8, 13).
- Nach kombiniertem EMS-Training finden sich in der Literatur im Mittel Sprungkraftzuwächse von $11.2 \pm 5.5\%$ (3, 6, 11).

Ausgewählte Literatur dazu:

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 Neuromuskular 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

4. Ausdauer

- Statische Kraftausdauer: der mittlere Zuwachs liegt bei 30,3 % bei einer mittleren Stimulationsfrequenz von 75 +/- 44 Hz. (1, 2, 3)
- Dynamische Kraftausdauer: der mittlere Zuwachs liegt bei 41 % bei einer mittleren Stimulationsfrequenz von 76 Hz +/- 10 Hz (2, 4, 5, 7).
- Langzeitstimulation mit niederfrequenter Stimulation des Skelettmuskels beim Tierversuch (Kaninchen) resultieren in der Ausprägung von hauptsächlich langsam kontrahierenden Muskelfasern mit einem hohen mitochondrialen Anteil (6).

Ausgewählte Literatur dazu:

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.