

# Studien zur elektrischen Muskelstimulation

---

<b>Sport und Fitness</b> .....	<b>2</b>
<b>Maximalkraft</b> .....	<b>2</b>
<b>Schnellkraft</b> .....	<b>6</b>
<b>Kraftausdauer</b> .....	<b>8</b>
<b>Aufbau &amp; Stärkung der Muskulatur</b> .....	<b>10</b>
Beinmuskulatur.....	10
Rückenmuskulatur.....	15
Bauchmuskulatur .....	16
Armmuskulatur.....	16
<b>Sauerstoffaufnahme</b> .....	<b>17</b>
<b>HIT und EMS</b> .....	<b>18</b>
<b>Gesundheit</b> .....	<b>19</b>
<b>Reduzierung des Körperfettanteils</b> .....	<b>19</b>
<b>Linderung von Beschwerden</b> .....	<b>21</b>
Rückenschmerzen .....	21
Inkontinenz.....	21
<b>Unterstützung bei Krankheiten</b> .....	<b>22</b>
Übergewicht .....	22
Metabolisches Syndrom .....	22
Chronische Herzinsuffizienz.....	24
Typ-2-Diabetes .....	24
<b>Fit im Alter</b> .....	<b>25</b>
Osteoporose.....	25
Sarkopenie.....	25
Inkontinenz.....	26
Metabolisches Syndrom .....	27
Chronische Herzinsuffizienz.....	28



Das EMS-Training kann zur Verbesserung der Maximalkraft beitragen und gezielt bestimmte Muskelgruppen trainieren – sowohl die Bein-, Bauch-, Arm- als auch Rückenmuskulatur. Auch die Kraftausdauer und Schnellkraft können mithilfe von EMS gefördert werden, wodurch verbesserte sportliche Leistungen erzielt werden können. Insbesondere die Sprintzeit und Sprungkraft kann durch das EMS-Training gefördert werden. Außerdem zeigen einige Studien die Möglichkeit zur Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme mithilfe des EMS-Trainings auf, die eine wichtige Rolle bei der Leistungserbringung im Sport spielt. Das EMS-Training erweist sich in einigen Studien auch als eine geeignete Trainingsergänzung bei bestimmten Sportarten wie Fußball, Schwimmen oder Tennis.

## Maximalkraft

### The effects of whole-body muscle stimulation on body composition and strength parameters: A protocol for systematic review and meta-analysis

#### Untersuchungsziel

Der Einfluss der Ganzkörper-Elektromyostimulation auf die Körperzusammensetzung sowie die Kraft innerhalb der erwachsenen Beziehung wurde analysiert.

#### Methodik

Die Analyse umfasst klinische randomisierte Studien. Innerhalb der Interventionsgruppen mussten alle Probanden die gleichen Übungen mit einem Ganzkörper-Elektrostimulationsanzug absolvieren. Es sollten Daten von erwachsenen Probanden, die keine vorherigen Erfahrungen mit Ganzkörper-EMS hatten, berücksichtigt werden. Primäre Endpunkte dieser Studie sind die Muskelmasse oder fettfreie Masse sowie der prozentuale Anteil der Fettmenge oder Fettmasse. Sekundäre Endpunkte sind die Muskel- und Maximalkraft.

#### Ergebnisse

Die Körperzusammensetzung bei Frauen (vor und nach der Menopause) sowie bei trainierten Probanden konnte durch Ganzkörper-Elektromyostimulation wirksam verändert werden. Frühere Studien haben darüber hinaus eine Steigerung der Leistung und Kraft bei älteren Menschen sowie bei professionellen Athleten feststellen können. Jedoch wurde in keiner systematischen Untersuchung der Einfluss auf beide Variablen bei beiden Anwendern untersucht.

2021, L. Rodriguez-Santana, J. C. Adsudar, G. Louro, J. Perez-Gomez.

### Elektrische Muskelstimulation als Ganzkörpertraining - Multicenterstudie zum Einsatz von Ganzkörper-EMS im Fitness-Studio

#### Untersuchungsziel

Die Studie untersuchte, ob sich durch das elektrisch stimulierte Ganzkörpertraining positive Veränderungen in Bezug auf Kraft, Rückenschmerzen, Körpergefühl, Anthropometrie, Stimmung, Inkontinenz und allgemeine Gesundheitsfaktoren ergeben.

#### Methodik

Insgesamt 134 Probanden, 102 Frauen und 32 Männer im durchschnittlichen Alter von 42,5 Jahren, wurden vor und nach sechs Wochen Training befragt und getestet. Außerdem wurden sie mit einer Kontrollgruppe, bestehend aus 10 Personen (n=10), sowie nach Alter und Geschlecht verglichen. Insgesamt wurden zweimal pro Woche insgesamt 12 Ganzkörper-EMS-Trainingseinheiten durchgeführt. Die Trainingsparameter setzten sich wie folgt zusammen: Impulsdauer/Pause 4 s/4 s, 85 Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 350 µs. Eine Trainingseinheit bestand aus einer 10-15-minütigen Eingewöhnung und einem anschließend 25-minütigen Training mit statischen Übungspositionen. Anschließend wurde ein fünfminütiges Trainingsprogramm mit folgenden Trainingsparametern durchgeführt: Impulsdauer 1 s, Impulspause 1 s, 100 Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 150 µs. 18 Probanden brachen das Training vorzeitig ab.

#### Ergebnisse

Die Maximalkraft stieg um 12,2 % und die Kraftausdauer um 69,3 %. Die weiblichen Probanden profitierten stärker von dem Training als die männlichen Probanden (13,6 % vs. 7,3 %). Der BMI und das Körpergewicht blieb bei den Probanden in etwa gleich. Bei den weiblichen Probanden reduzierte sich der Körperumfang an Brust (- 0,7 cm), Oberschenkel (- 0,4 cm), Taille (- 1,4 cm) und Hüfte (- 1,1 cm) signifikant. Bei den männlichen Probanden reduzierte sich der Taillenumfang (- 1,1 cm) bei gleichzeitigen Zuwächsen an Oberarmen (+ 1,5 cm), Brust (+ 1,2 cm) und Oberschenkel (+0,3 cm). Bei der Kontrollgruppe konnten keine Verbesserungen festgestellt werden, während die Probanden in der Kontrollgruppe in dem Zeitraum an Hüfte und Taille zugenommen hatten. Darüber hinaus gaben 86,8 % an, positive Körperperformanzeffekte festzustellen. 90 % empfanden das EMS-Training als positiv. 83 % gaben an, weniger verspannt zu sein und 89,1 % mehr Stabilität zu verspüren. Stärkere Verbesserungen, gerade bei Beschwerdepatienten, wurden durch Höhe und Intensitäten festgestellt. Hierbei trat jedoch auch ein stärkerer Muskelkater auf.

Universität Bayreuth, 2003, J. Vatter.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Die Effizienz von EMS während des Tennistrainings: Fallstudie von Antelope

### Untersuchungsziel

Als Ziel der Fallstudie galt es, die Effizienz des EMS-Trainings während des Tennis-Trainings zu untersuchen.

### Methode

Antelope begleitete die Tennisspielerin Sophia Bergner drei Monate lang. Neben Sophias normalem Training führte sie zwei- bis dreimal pro Woche ein EMS-Training durch. Nach drei Monaten wurde Sophias Kraft und Mobilität mithilfe von FPZ-Geräten der Firma DAVID gemessen.

### Ergebnisse

Nach drei Monaten konnten folgende Kraftzuwächse bei Sophia gemessen werden: Die Rumpfstreckung nahm um 12 % zu, die Rumpfbeugung nahm um 5,4 % ab. Die Schlagbewegung beziehungsweise Rotation mit ihrem rechten Arm nahm um 25,2 % zu, mit ihrem linken Arm waren es sogar 51,9 %. Die Kraftzuwächse der Rotation beider äußeren Schultergelenke verbesserten sich um 19,5 %. Auch an ihren Beinen konnten Kraftzuwächse beobachtet werden: Die Kraft in ihrem rechten Bein verbesserte sich um 6,4 %, die ihres linken Beins um 17,1 %. An der Beinpresse konnte ein verbesserter Kraftzuwachs um 29,2 % festgestellt werden, der Kraftzuwachs der Kniebeugung an beiden Seiten betrug 11,5 %.

Erscheinungsjahr: 2022

## Kurz- und langfristige Trainingseffekte durch mechanische und elektrische Stimulation auf kraftdiagnostische Parameter

### Methodik

Insgesamt 80 Sportstudenten der Deutschen Sporthochschule Köln wurden randomisiert in die folgenden 8 verschiedenen Trainingsgruppen eingeteilt: EMS, Maximalkraft, Schnellkraft, Kraftausdauer, Vibration, Hypertrophie, EMS/Hypertrophie, Vibration/Hypertrophie. Die Probanden hatten eine Krafttrainingserfahrung von mindestens zwei Jahren sowie eine Bescheinigung zur Sporttauglichkeit. Über 4 Wochen lang wurden zweimal pro Woche Trainingseinheiten von den Probanden durchgeführt. Das klassische Training und die Kraftdiagnostik wurden an der Leg Extension und an der Leg Curl Machine der Firma GYM80 International durchgeführt. Die Rohdaten der Diagnostik wurden mithilfe des Digmax-Messsystems der Firma mechaTronic ausgelesen. Nach einem Aufwärmen auf einem Fahrradergometer erfolgte der Ablauf der Kraftdiagnostik.

### Ergebnisse

Ein Anstieg der maximalen Leistungsfähigkeit konnte lediglich mithilfe des EMS-Trainings über die Geschwindigkeitskomponente gesteigert werden, und zwar mit 40 % Zusatzlast (29 %). Die Geschwindigkeitskomponente bestimmt gemeinsam mit der Kraftkomponente die dynamische Leis-

tungsfähigkeit. Selbst die Trainingsgruppen mit typischen Maximalkraft- oder Schnellkraftdesigns konnten die maximale Leistung lediglich in Verbindung oder ausschließlich über die Kraftkomponente signifikant steigern. Das dynamische EMS-Training scheint somit bei submaximaler Intensität neue Möglichkeiten zu bieten, um die praxisrelevante maximale Leistung zu steigern.

Deutsche Sporthochschule Köln, 2009, J. Mester, S. Nowak, J. Schmithüsen, H. Kleinöder, U. Speicher.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Effects of Whole-Body Electromyostimulation versus High-Intensity Resistance Exercise on Body Composition and Strength: A Randomized Controlled Study

### Untersuchungsziel

Der Gegenstand der Studie war die Untersuchung des Einflusses von WB-EMS (Ganzkörper-EMS) und HIT (High Intense Training) auf die Muskelkraft und Körperzusammensetzung bei Männern im mittleren Lebensalter. Hierfür wurden 48 untrainierte, gesunde Männer im Alter zwischen 30 bis 50 Jahren per Zufall einer WB-EMS-Gruppe (3 Sitzungen in zwei Wochen) oder einer HIT-Gruppe (2 Sitzungen in einer Woche) zugeteilt. Beide Gruppen trainierten insgesamt über 16 Wochen lang. Die WB-EMS-Gruppe trainierte mit intermittierender Stimulation (6 s WB-EMS, 4 s Pause; 85 Hz, 350 µs) über 20 Minuten und die HIT-Gruppe als "Single-Set-to-Failure-Protokoll".

### Ergebnisse

In beiden Gruppen waren die Veränderungen des LBM (Lean Body Mass) signifikant (HIT 1,25 % ± 1,44 % gegenüber WB-EMS). Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht signifikant. Die Kraft der Rückenstrecker und die Kraft der Beinstrecker nahmen in der WB-EMS- und in der HIT-Gruppe zu, jedoch wurden auch hierbei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgehalten. Entsprechend dieser Veränderungen wurden auch Veränderungen für das Körperfett festgestellt.

### Fazit

WB-EMS kann auf Basis der Studienergebnisse als kostenaufwändige, jedoch gleichzeitig auch als zeitsparende Alternative zum HIT-Widerstandstraining für jene Personen angesehen werden, die eine Verbesserung der allgemeinen Körper- und Kraftzusammensetzung erzielen wollen.

2016, W. Kemmler, M. Teschler, A. Weißenfels, M. Bebenek, M. Fröhlich, M. Kohl, S. von Stengel.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Effect of electrical stimulation of high and low frequency on maximum isometric force and some morphological characteristics in men

### Untersuchungsziel

Gegenstand der Studie war die Untersuchung der Auswirkungen von zwei Methoden der elektrischen Stimulation auf den Wadenumfang, die Hautfaltendicke sowie die maximale isometrische Kraft der stimulierten und der nicht-stimulierten (kontralateralen) Beine.

### Methodik

Die Probanden bestanden aus 36 Männern, die freiwillig an der Studie teilnahmen und jeweils einer von drei Gruppen zugeteilt wurden. Über einen Zeitraum von 21 Tagen wurden die Probanden der Gruppe 1 und 2 täglich mit dem Verfahren der elektrischen Stimulation des Musculus triceps surae stimuliert. Dabei wurde Gruppe 1 mit einem Wechselstrom niedriger Frequenz stimuliert (50 Hz) und Gruppe 2 mit einem höher frequentierten Wechselstrom (20000 Hz). Die dritte Gruppe war die Kontrollgruppe.

### Ergebnisse

Die maximale isometrische Muskelkraft der stimulierten (50,3 % und 58,8 %) sowie der nicht stimulierten (kontralateralen) Muskeln in Gruppe 1 und Gruppe 2 stieg signifikant an (39,7 % und 32,2 %). Ein solcher signifikanter Anstieg der maximalen isometrischen Kraft konnte in Gruppe 3 (Kontrollgruppe) nicht festgestellt werden. In beiden Versuchsgruppen vergrößerte sich außerdem der Wadenumfang. In Gruppe 2 verringerte sich die Hautfaltendicke um 21,6 %.

International Journal of Sports Medicine, 1987, M. Cabric, H. J. Appell.

## Muskeltraining der Zukunft: Wissenschaftliche und praktische Anwendung von Ganzkörper-Elektromyostimulations-Training (GK-EMS) unter besonderer Berücksichtigung des Krafttrainings

### Methodik

80 Sportstudenten trainierten zweimal wöchentlich die Beinbeuger- und Beinstreckmuskulatur an Trainingsgeräte (Firma GYM80) in verschiedenen Gruppen (Muskelaufbau, Kraftausdauer, Maximalkraft; in jeweils 3 Serien). Dazu trainierten die Probanden mit verschiedenen Zusatzlasten (30 bis 90 % der individuellen Maximalkraft; 1 Repetition Maximum) mit 3 bis 15 Wiederholungen. Die Sportstudenten wiesen vor Studienbeginn mindestens 2 Jahre Erfahrung mit Krafttraining auf. Eine andere Gruppe trainierte mit Ganzkörper-EMS. Hierzu führten die Probanden dieser Gruppe Ausfallschritte und Kniebeugen ohne Zusatzlast unter elektrischer Stimulation durch (3 Serien, 10 Wiederholungen, Belastung/Pause 6 s/4 s, Impulsfrequenz 85 Hz, Impulsbreite 350 µs, rechteckförmiger Impuls). Trainiert wurde über 4 Wochen lang zweimal wöchentlich. Die Dynamik der Probanden wurde über die Leistung gemessen, die sich aus Kraft und Geschwindigkeit zusammensetzt und über diese Komponenten gesteigert werden kann.

### Ergebnisse

Die Leistung der Beinstreck- und Beinbeugemuskulatur konnte in allen Gruppen, die Krafttraining durchgeführt haben, signifikant verbessert werden. Diese Verbesserungen erfolgten über den Faktor Kraft, außer in der Ganzkörper-EMS-Gruppe sowie in der gemischten GK-EMS-/Muskelaufbau-Gruppe. Lediglich diese beiden Gruppen wiesen signifikante Verbesserungen der Geschwindigkeit auf. Die Verbesserung der gemessenen Leistung erfolgte über eine höhere Geschwindigkeit um ungefähr 30. Somit konnte innerhalb eines kurzen Zeitraums die Schnelligkeit, die nicht einfach anzusteuern ist, verbessert werden. Dies könnte daran liegen, dass die schnellen Muskelfasern beim Ganzkörper-EMS-Training über die elektrische Stimulation direkt angesteuert werden. Außerdem konnten die Ergebnisse aufzeigen, dass Ganzkörper-EMS in Kombination mit einer dynamischen Ausführung einer Bewegung eine vielversprechende Möglichkeit des Schnelligkeits- und Krafttrainings sein kann, insofern das Ganzkörper-EMS-Training wohl dosiert eingesetzt wird.

Medicalsports network, 2007, H. Kleinöder.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar

## Electrical stimulation and swimming performance

### Untersuchungsziel

Die Auswirkungen eines Elektrostimulationstrainings auf die Schwimmleistung und die Kraft des Musculus latissimus dorsi von 14 Leistungsschwimmern sollten in der Studie untersucht werden.

### Methodik

Hierfür wurden die Probanden einer elektrostimulierten Trainingsgruppe (7 Probanden) sowie einer Kontrollgruppe (7 Probanden) zugeteilt. Mithilfe eines isokinetischen Dynamometers sollten die Spitzendrehmomente, die während der Streckung sowie Beugung des Arms registriert wurden, bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten (von -60 Grad.s (-1) bis 360 Grad.s (-1)). Gemessen wurde die Leistung der Probanden über ein 50-Meter-Freistilschwimmen sowie über eine 25-Meer-Pull-Buoy.

### Ergebnisse

Bei den Spitzendrehmomenten unter konzentrischen, isometrischen und exzentrischen Bedingungen wurde für die elektrostimulierte Trainingsgruppe ein signifikanter Anstieg ( $P < .05$ ) festgehalten. Es gab außerdem eine signifikante Verringerung der Schwimmzeiten innerhalb der Elektrostimulations-Trainingsgruppe um  $0,38 \pm 0,24$  s für die 50-Meter-Freistilstrecke sowie  $0,19 \pm 0,14$  s für das 25-Meter-Pull-Buoy. Innerhalb der Kontrollgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Schwankungen der Spitzendrehmomente (im exzentrischen Zustand gemessen; -60 Grad.s (-1)) waren mit den Schwankungen der Leistungen innerhalb der Kontrollgruppe verbunden ( $r = 0,77$ ;  $P < 0,01$ ). Somit lässt sich sagen, dass die Schwimmleistung sowie die Kraft des Musculus latissimus dorsi von Leistungsschwimmern mithilfe eines elektrostimulierten Trainingsprogramms verbessert werden kann.

Medicine & Science in Sports & Exercise, 1995, F Pichon, J. C. Chatard, A. Martin, & G. Cometti.

## **Krafttraining durch Elektromyostimulation? Empirische Untersuchung zu den Krafteffekten bei einem Elektromyostimulationstraining mit Variation der Trainingsdauer**

### **Untersuchungsziel**

Die folgende Untersuchung geht der Frage nach, inwieweit eine Trainingsdauer unter 15 Minuten positive Effekte auf die Steigerung der Muskelkraft und weitere Parameter besitzt. Daneben soll Aufschluss über den Grad der Belastung des Muskelgewebes durch das Training und damit über die Intensität und indirekt über die Effektivität des Trainings gegeben werden.

### **Methodik**

55 männliche Sportstudenten (Durchschnittsalter 22,9 Jahre) wurden randomisiert in zwei Trainingsgruppen mit 5 bzw. 10 Min. EMS-Training (jeweils n = 22) und eine Kontrollgruppe (n = 11) aufgeteilt. Über einen Trainingszeitraum von 6 Wochen wurde 2x pro Woche mit folgenden Stimulationsparametern trainiert: Impulsdauer 4 s, Impulspause 4 s, Frequenz 80 Hz, Pulsbreite 350 µs, bipolare Rechteckimpulse. Als Messverfahren wurden dynamische Maximalkraft und Kraftausdauer, Körpergewicht und Körperfettanteil sowie die CK-Werte (Creatinkinase) 24 Stunden nach dem Training bestimmt. Zusätzlich wurde über Fragebögen Körperwahrnehmung, Stimmung und Befindlichkeit ermittelt.

### **Ergebnisse**

Beide Trainingsgruppen erzielten höchstsignifikante ( $p \leq 0,001$ ) Steigerungen der dynamischen Kraftausdauer von bis zu 41 % bzw. 34 % und 10 % bzw. 8 % bei der Maximalkraft. Für die Krafteffekte konnte kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ( $p > 0,05$ ), ob mit einer Dauer von 5 oder 10 Minuten trainiert wurde. Hinsichtlich des Körpergewichts konnten mit 0,83 % (Gruppe 1) und 0,90 % (Gruppe 2) jeweils signifikante Gewichtszunahmen gemessen werden. Beim Körperfettgehalt wurden keine Verbesserungen erzielt. Die CK-Werte in Gruppe 2 (10 min) fielen mit 761 U/l etwas höher aus als in Gruppe 1 (5 min) mit 595 U/l. Die Creatinkinasaktivität wurde hauptsächlich durch die Trainingsintensität beeinflusst.

### **Schlussfolgerung**

Die verkürzte Trainingszeit auf 5 bzw. 10 Minuten führte im Vergleich zu vorherigen Untersuchungen zu keinen höheren Kraftsteigerungen. Im Gegenteil, die Werte lagen dabei zum Teil deutlich unter denen, die bei einem Training von 15 Minuten Dauer erreicht wurden. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann eine Trainingsdauer von ca. 15 Minuten als optimal für den Kraftzuwachs angesehen werden. Der hohe Anstieg der Creatinkinasewerte nach dem EMS-Training deutet auch in der vorliegenden Studie auf eine sehr intensive muskuläre Belastung hin. Eine Verkürzung der Trainingsdauer beeinträchtigt jedoch die Aktivität des Enzyms Creatinkinase nicht entscheidend. Vielmehr scheint vor allem

die Stromintensität eine wichtige Rolle bei der Erhöhung der Creatinkinase zu spielen.

Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Bayreuth, 2006, W.-U. Boeck-Behrens, D. Mainka.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## **Feasibility and Efficacy of Progressive Electrostimulation Strength Training for Competitive Tennis Players**

### **Untersuchungsziel**

Der Einfluss von elektrostimulierten Kraftübungen auf die anaerobe Leistung von Tennisspielern während der Vorbereitungszeit sollte in der Studie untersucht werden.

### **Methodik**

12 Tennisspieler (7 weibliche und 5 männliche) absolvierten über 3 Wochen lang 9 Trainingssitzungen für den Quadrizeps mit einer jeweiligen Dauer von 16 Minuten (Frequenz: 85 Hz; An-Aus-Verhältnis: 5,25-25 Sekunden). Hierfür wurden elektrostimierte Trainingssitzungen in die Tennis-Trainingseinheiten integriert. Gemessen wurde die Shuttle-Sprintzeit, die maximale Kraft des Quadrizeps sowie die vertikale Sprunghöhe.

### **Ergebnisse**

Im Vergleich zum Beginn der Studie war die Sprunghöhe aus der Gegenbewegung in der fünften Woche (+5,3 %) und in der sechsten Woche (+6,4 %) signifikant höher ( $p < 0,05$ ). In der sechsten Woche wiesen die Probanden eine signifikant verkürzte 2 x 10-Meter-Sprintzeit (-3,3 %) im Vergleich zum Vortraining auf ( $p = 0,004$ ). Die Trainingsparameter verliefen innerhalb des 3-wöchigen Trainingszeitraums linear progressiv. Somit wurde das elektrostimierte Krafttraining erfolgreich in das Training integriert. Die anaerobe Leistung und die Leistung im Dehnung-Verkürzungs-Zyklus wies während des gesamten Untersuchungszeitraums eine verzögerte Verbesserung auf. Die Studienergebnisse zeigen, dass ein progressives elektrostimuliertes Krafttraining in die frühe Tennissaison integriert und die anaerobe Leistung sowohl bei Frauen als auch bei Männern verbessert werden kann.

Journal of Strength and Conditioning Research, 2009, N. Maffiuletti, J. Bramanti, M. Jubeau, M. Bizzini, G. Deley, G. Cometti.

## Schnellkraft

### Muskeltraining der Zukunft: Wissenschaftliche und praktische Anwendung von Ganz-körper-Elektro-myostimulations-Training (GK-EMS) unter besonderer Berücksichtigung des Krafttrainings

#### Methodik

80 Sportstudenten trainierten zweimal wöchentlich die Beinbeuger- und Beinstreckmuskulatur an Trainingsgeräten in verschiedenen Gruppen (Muskelaufbau, Kraftausdauer, Maximalkraft; in jeweils 3 Serien). Dazu trainierten die Probanden mit verschiedenen Zusatzlasten (30 bis 90 % der individuellen Maximalkraft; 1 Repetition Maximum) mit 3 bis 15 Wiederholungen. Die Sportstudenten wiesen vor Studienbeginn mindestens 2 Jahre Erfahrung mit Krafttraining auf. Eine andere Gruppe trainierte mit Ganzkörper-EMS. Hierzu führten die Probanden dieser Gruppe Ausfallschritte und Kniebeugen ohne Zusatzlast unter elektrischer Stimulation durch (3 Serien, 10 Wiederholungen, Belastung/Pause 6 s/4 s, Impulsfrequenz 85 Hz, Impulsbreite 350 µs, rechteckförmiger Impuls). Trainiert wurde über 4 Wochen lang zweimal wöchentlich. Die Dynamik der Probanden wurde über die Leistung gemessen, die sich aus Kraft und Geschwindigkeit zusammensetzt und über diese Komponenten gesteigert werden kann.

#### Ergebnisse

Die Leistung der Beinstreck- und Beinbeugemuskulatur konnte in allen Gruppen, die Krafttraining durchgeführt haben, signifikant verbessert werden. Diese Verbesserungen erfolgten über den Faktor Kraft, außer in der Ganzkörper-EMS-Gruppe sowie in der gemischten GK-EMS-/Muskel-aufbau-Gruppe. Lediglich diese beiden Gruppen wiesen signifikante Verbesserungen der Geschwindigkeit auf. Die Verbesserung der gemessenen Leistung erfolgte über eine höhere Geschwindigkeit um ungefähr 30. Somit konnte innerhalb eines kurzen Zeitraums die Schnelligkeit, die nicht einfach anzusteuern ist, verbessert werden. Dies könnte daran liegen, dass die schnellen Muskelfasern beim Ganzkörper-EMS-Training über die elektrische Stimulation direkt angesteuert werden. Außerdem konnten die Ergebnisse aufzeigen, dass Ganzkörper-EMS in Kombination mit einer dynamischen Ausführung einer Bewegung eine vielversprechende Möglichkeit des Schnelligkeits- und Krafttrainings.

Medicalsports network, 2007, H. Kleinöder.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

### Die Effizienz von EMS während des Tennistrainings: Fallstudie von Antelope

#### Untersuchungsziel

Als Ziel der Fallstudie galt es, die Effizienz des EMS-Trainings während des Tennis-Trainings zu untersuchen.

#### Methode

Antelope begleitete die Tennisspielerin Sophia Bergner drei Monate lang. Neben Sophias normalem Training führte sie zwei- bis dreimal pro Woche ein EMS-Training durch. Nach drei Monaten wurde Sophias Kraft und Mobilität mithilfe von FPZ-Geräten der Firma DAVID gemessen.

#### Ergebnisse

Nach drei Monaten konnten folgende Kraftzuwächse bei Sophia gemessen werden: Die Rumpfstreckung nahm um 12 % zu, die Rumpfbeugung nahm um 5,4 % ab. Die Schlagbewegung beziehungsweise Rotation mit ihrem rechten Arm nahm um 25,2 % zu, mit ihrem linken Arm waren es sogar 51,9 %. Die Kraftzuwächse der Rotation beider äußeren Schultergelenke verbesserten sich um 19,5 %. Auch an ihren Beinen konnten Kraftzuwächse beobachtet werden: Die Kraft in ihrem rechten Bein verbesserte sich um 6,4 %, die ihres linken Beins um 17,1 %. An der Beinpresse konnte ein verbesserter Kraftzuwachs um 29,2 % festgestellt werden, der Kraftzuwachs der Kniebeugung an beiden Seiten betrug 11,5 %.

Erscheinungsjahr: 2022

### Effects of an Electrostimulation Training Program on Strength, Jumping, and Kicking Capacities in Soccer Players

#### Untersuchungsziel

Es sollte untersucht werden, welche Auswirkungen ein 5-wöchiges Elektrostimulations-Trainingsprogramm auf die Schussgeschwindigkeit, die Muskelkraft, die Sprint- sowie die Vertikalsprungleistung von Fußballspielern hat.

#### Methodik

An der Studie nahmen 20 Amateurfußballer teil, die einer Elektrostimulationsgruppe (n = 10) und einer Kontrollgruppe (n = 10) zugeteilt wurden. Die Elektrostimulation wurde an der Quadrizeps Muskulatur über 5 Wochen lang durchgeführt. Es wurden Messungen vor, während (Woche 3) und nach (Woche 5) dem EMS-Trainingsprogramm getätigt.

#### Ergebnisse

Es konnte ein Anstieg der exzentrischen, maximalen sowie isometrischen Kniestreckungsmomente in Woche 3 beobachtet werden. Zusätzlich wurde in Woche 3 eine verbesserte Ballgeschwindigkeit ohne Anlauf gemessen. Die Ergebnisse lassen annehmen, dass das EMS-Training mindestens 3 Wochen lang durchgeführt werden sollte, um positive Auswirkungen auf spezifische Fußballfähigkeiten, wie die Ballgeschwindigkeit, zu erzielen.

2010, M. Billot, A. Martin, C. Paizis, C. Cometti, N. Babault.

## Effects of simultaneously combined whole-body electrostimulation and plyometric training on vertical jump performance, 20 m sprint-time and handgrip strength

### Untersuchungsziel

Untersuchungsgegenstand der Studie war, den Einfluss eines 6-wöchigen Trainingsprogrammes, kombiniert aus plyometrischem Training (PT) mit niedriger Intensität und Ganzkörper-Elektrostimulation auf die 20-m-Springzeit, die Handgriffstärke und die Leistung im Vertikalsprung. Die Ergebnisse sollten mit denen des traditionellen plyometrischen Trainings verglichen werden.

### Methodik

20 Sportstudenten (10 weibliche und 10 männliche) wurden per Zufallsprinzip einer Experimentalgruppe oder einer Kontrollgruppe zugeteilt. Über einen Zeitraum von 6 Wochen trainierten beide Gruppen dreimal wöchentlich mit niedriger Intensität, am dritten Trainingstag wurde das Training in der Experimentalgruppe gleichzeitig mit Ganzkörper-EMS kombiniert. Die CMJ-Spitzenleistung (Counter Movement Jump), die 20-Meter-Sprintzeit, die Handgriffstärke und die Höhe des CMJ wurden vor und nach dem Trainingszeitraum gemessen.

### Ergebnisse

Die CMJ-Höhe und die CMJ-Spitzenleistung nahmen in beiden Gruppen signifikant zu, wobei die Effektgröße in der Experimental-Gruppe größer war ( $p < 0,001$ ,  $g = 0,68$ ;  $p < 0,001$ ,  $g = 0,70$ , jeweils). Zwischen den Gruppen wurden keine signifikanten Unterschiede bei der Nachuntersuchung gemessen. In beiden Gruppen nahm die Handgriffstärke zu. Die Effektstärken waren hierbei jedoch minimal. Außerdem wurde eine signifikante Verbesserung der 20-Meter-Sprintzeit beobachtet, die Effektgröße fiel in der Kontrollgruppe jedoch größer aus ( $p < 0,001$ ,  $g = -1,68$ ). Das kombinierte Programm aus plyometrischem Training und Ganzkörper-EMS erzielte die besten Ergebnisse zur Verbesserung der CMJ-Leistung, das traditionelle plyometrische Training zeigte die effektivsten Ergebnisse bei der 20-Meter-Sprintzeit.

2022, M. Á. Martín-Simón, D. Rojano-Ortega.

## Electrical stimulation and swimming performance

### Untersuchungsziel

Die Auswirkungen eines Elektrostimulationstraining auf die Schwimmleistung und die Kraft des Musculus latissimus dorsi von 14 Leistungsschwimmern sollten in der Studie untersucht werden.

### Methodik

Hierfür wurden die Probanden einer elektrostimulierten Trainingsgruppe (7 Probanden) sowie einer Kontrollgruppe (7 Probanden) zugeteilt. Mithilfe eines isokinetischen Dynamometers sollten die Spitzendrehmomente, die während der Streckung sowie Beugung des Arms registriert wurden, bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten (von  $-60 \text{ Grad.s}^{-1}$  bis  $360 \text{ Grad.s}^{-1}$ ). Gemessen wurde die Leistung der Pro-

banden über ein 50-Meter-Freistilschwimmen sowie über eine 25-Meter-Pull-Buoy.

### Ergebnisse

Bei den Spitzendrehmomenten unter konzentrischen, isometrischen und exzentrischen Bedingungen wurde für die elektrostimulierte Trainingsgruppe ein signifikanter Anstieg ( $P < .05$ ) festgehalten. Es gab außerdem eine signifikante Verringerung der Schwimmzeiten innerhalb der Elektrostimulations-Trainingsgruppe um  $0,38 \pm 0,24 \text{ s}$  für die 50-Meter-Freistilstrecke sowie  $0,19 \pm 0,14 \text{ s}$  für das 25-Meter-Pull-Buoy. Innerhalb der Kontrollgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Schwankungen der Spitzendrehmomente (im exzentrischen Zustand gemessen;  $-60 \text{ Grad.s}^{-1}$ ) waren mit den Schwankungen der Leistungen innerhalb der Kontrollgruppe verbunden ( $r = 0,77$ ;  $P < 0,01$ ). Somit lässt sich sagen, dass die Schwimmleistung sowie die Kraft des Musculus latissimus dorsi von Leistungsschwimmern mithilfe eines elektrostimulierten Trainingsprogramms verbessert werden kann.

Medicine & Science in Sports & Exercise, 1995, F Pichon, J. C. Chatard, A. Martin, & G. Cometti.

## Kurz- und langfristige Trainingseffekte durch mechanische und elektrische Stimulation auf kraftdiagnostische Parameter. Deutsche Sporthochschule Köln

### Methodik

Insgesamt 80 Sportstudenten der Deutschen Sporthochschule Köln wurden randomisiert in die folgenden 8 verschiedenen Trainingsgruppen eingeteilt: EMS, Maximalkraft, Schnellkraft, Kraftausdauer, Vibration, Hypertrophie, EMS/Hypertrophie, Vibration/Hypertrophie. Die Probanden hatten eine Krafttrainingserfahrung von mindestens zwei Jahren sowie eine Bescheinigung zur Sporttauglichkeit. Über 4 Wochen lang wurden zweimal pro Woche Trainingseinheiten von den Probanden durchgeführt. Das klassische Training und die Kraftdiagnostik wurden an der Leg Extension und an einer Leg Curl Maschine durchgeführt. Nach dem Aufwärmen auf einem Fahrradergometer erfolgte der Ablauf der Kraftdiagnostik.

### Ergebnisse

Ein Anstieg der maximalen Leistungsfähigkeit konnte lediglich mithilfe des EMS-Trainings über die Geschwindigkeitskomponente gesteigert werden, und zwar mit 40 % Zusatzlast (29 %). Die Geschwindigkeitskomponente bestimmt gemeinsam mit der Kraftkomponente die dynamische Leistungsfähigkeit. Selbst die Trainingsgruppen mit typischen Maximalkraft- oder Schnellkraftdesigns konnten die maximale Leistung lediglich in Verbindung oder ausschließlich über die Kraftkomponente signifikant steigern. Das dynamische EMS-Training scheint somit bei submaximaler Intensität neue Möglichkeiten zu bieten, um die praxisrelevante maximale Leistung zu steigern.

2009, J. Mester, S. Nowak, J. Schmithüsen, H. Kleinöder, U. Speicher.

## Effects of Electromyostimulation Training on Muscle Strength and Power of Elite Rugby Players

### Untersuchungsziel

Untersuchungsgegenstand der Studie waren die Auswirkungen eines 12-wöchigen Elektromyostimulation-Trainingsprogramms auf die Leistungen von elitären Rugbyspielern.

### Methodik

Die Probanden bestanden aus 25 Rugbyspielern. 15 von ihnen wurden einer elektrostimulierten Gruppe zugeteilt und 10 weitere einer Kontrollgruppe. Die Trainingseinheiten wurden in den ersten sechs Wochen dreimal wöchentlich durchgeführt, in den weiteren sechs Wochen nur noch einmal wöchentlich. Die elektrische Stimulation wurde an den Gesäßmuskeln, den Fußbeugern und den Kniestreckern durchgeführt. Außerdem wurden die Sprint-Laufzeiten, die vertikale Sprunghöhe und die Kniebeugekraft gemessen.

### Ergebnisse

Der Hocksprung (+10,0 +/- 9,5 %;  $p < 0,01$ ), der Fallsprung aus einer Höhe von 40 Zentimetern (+6,6 +/- 6,1 %;  $p < 0,05$ ), die Kniebeugekraft (+15,0 +/- 8,0 %;  $p < 0,001$ ) und das maximale konzentrische Drehmoment ( $p < 0,05$ ) verbesserten sich bei der Elektrostimulationsgruppe. Innerhalb der Kontrollgruppe hat es keine signifikanten Veränderungen gegeben. Die Leistung und Muskelkraft bei Elite-Rugbyspielern verbesserte sich nach einem 12-wöchigen elektrostimulierten Training zumindest in bestimmten Tests, doch Rugby-Fähigkeiten wie Sprints oder Scrummaging zeigte hierbei keine Verbesserungen.

Journal of Strength and Conditioning Research, 2007, N. Babault, G. Cometti, M. Bernardin, M. Pousson, J.-C. Chatard.

## Kraftausdauer

### Elektrische Muskelstimulation als Ganzkörpertraining - Multicenterstudie zum Einsatz von Ganzkörper-EMS im Fitness-Studio

#### Untersuchungsziel

Die Studie untersuchte, ob sich durch das elektrisch stimulierte Ganzkörpertraining positive Veränderungen in Bezug auf Kraft, Rückenschmerzen, Körpergefühl, Anthropometrie, Stimmung, Inkontinenz und allgemeine Gesundheitsfaktoren ergeben.

#### Methodik

Insgesamt 134 Probanden, 102 Frauen und 32 Männer im durchschnittlichen Alter von 42,5 Jahren, wurden vor und nach sechs Wochen Training befragt und getestet. Außerdem wurden sie mit einer Kontrollgruppe, bestehend aus 10 Personen ( $n=10$ ), sowie nach Alter und Geschlecht verglichen. Insgesamt wurden zweimal pro Woche insgesamt 12

Ganzkörper-EMS-Trainingseinheiten durchgeführt. Die Trainingsparameter setzten sich wie folgt zusammen: Impulsdauer/Pause 4 s/4 s, 85 Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 350  $\mu$ s. Eine Trainingseinheit bestand aus einer 10-15-minütigen Eingewöhnung und einem anschließend 25-minütigen Training mit statischen Übungspositionen. Anschließend wurde ein fünfminütiges Trainingsprogramm mit folgenden Trainingsparametern durchgeführt: Impulsdauer 1 s, Impulspause 1 s, 100 Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 150  $\mu$ s. 18 Probanden brachen das Training vorzeitig ab.

### Ergebnisse

Die Maximalkraft stieg um 12,2 % und die Kraftausdauer um 69,3 %. Die weiblichen Probanden profitierten stärker von dem Training als die männlichen Probanden (13,6 % vs. 7,3 %). Der BMI und das Körpergewicht blieb bei den Probanden in etwa gleich. Bei den weiblichen Probanden reduzierte sich der Körperumfang an Brust (- 0,7 cm), Oberschenkel (- 0,4 cm), Taille (- 1,4 cm) und Hüfte (- 1,1 cm) signifikant. Bei den männlichen Probanden reduzierte sich der Taillenumfang (- 1,1 cm) bei gleichzeitigen Zuwächsen an Oberarmen (+ 1,5 cm), Brust (+ 1,2 cm) und Oberschenkel (+0,3 cm). Bei der Kontrollgruppe konnten keine Verbesserungen festgestellt werden, während die Probanden in der Kontrollgruppe in dem Zeitraum an Hüfte und Taille zugenommen hatten. Darüber hinaus gaben 86,8 % an, positive Körperleistungseffekte festzustellen. 90 % empfanden das Training als positiv. 83 % gaben an, weniger verspannt zu sein und 89,1 % mehr Stabilität zu verspüren. Stärkere Verbesserungen, gerade bei Beschwerdepatienten, wurden durch Höhe und Intensitäten festgestellt. Hierbei trat jedoch auch ein stärkerer Muskelkater auf.

Universität Bayreuth, 2003, J. Vatter.

Eines der verwendeten EMS-Programme entspricht dem Kraftprogramm von Antelope.

## Changes in neuromuscular function after training by functional electrical stimulation

### Untersuchungsziel

Die Studie sollte untersuchen, ob es nach einem 6-wöchigen Training mit funktioneller elektrischer Stimulation (FES) eine Veränderung der neuromuskulären Funktion des Flexor digitorum brevis (FDB) und des Rectus femoris (RF) geben würde. Außerdem sollte untersucht werden, ob die Auswirkungen nach einer Erholungspause von 6 Wochen noch anhalten würden.

### Methodik

Die Muskeln wurden über einen Zeitraum von 6 Wochen stimuliert (30 min/Tag, 5 Tage/Woche, insgesamt 30 Sitzungen). Das Stimulationsmuster bestand aus einem biphasischen symmetrischen Impulsstrom (10 V, d. h. submaximal) mit einer Rampenmodulation der Frequenz (4-75-4 HZ) und Impulsdauer (400-100-400  $\mu$ s). Die FES wurde über einen klinischen Neurostimulator (Multiprocess 16+, Physitech; Electronique Médicale, Marseille, Frankreich) verabreicht.

## Ergebnisse

Unmittelbar nach der funktionellen elektrischen Stimulation konnte ein signifikanter Anstieg der maximalen freiwilligen Kontraktion (MVC; maximum voluntary contraction) beim Rectus femoris und beim Flexor digitorum brevis festgehalten werden. Dieser signifikante Anstieg konnte auch noch nach der 6-wöchigen funktionellen elektrischen Stimulation beobachtet werden. Die funktionelle elektrische Stimulation führte ebenso zu einem signifikanten Anstieg der Ausdauerzeit bis zur Erschöpfung ( $+18 \pm 7\%$ ). Die nicht stimulierten Muskeln wiesen hingegen keine Veränderungen der Ausdauerzeit bis zur Erschöpfung und des MVC auf. Die Ergebnisse lassen annehmen, dass die Muskelfunktion mithilfe von funktioneller elektrischer Stimulation verbessert und die zentrale Muskelaktivierung verändert werden kann. Beim Flexor digitorum brevis waren die Vorteile von funktioneller elektrischer Stimulation größer. Außerdem hielten die Vorteile bei den vorliegenden Ergebnissen beim FDB länger an.

2003, T. Marqueste, F. Hug, P. Decherchi, Y. Jammes.

## Krafttraining durch Elektromyostimulation? Empirische Untersuchung zu den Krafteffekten bei einem Elektromyostimulationstraining mit Variation der Trainingsdauer

### Untersuchungsziel

Die folgende Untersuchung geht der Frage nach, inwieweit eine Trainingsdauer unter 15 Minuten positive Effekte auf die Steigerung der Muskelkraft und weitere Parameter besitzt. Daneben soll Aufschluss über den Grad der Belastung des Muskelgewebes durch das Training und damit über die Intensität und indirekt über die Effektivität des Trainings gegeben werden.

### Methodik

55 männliche Sportstudenten (Durchschnittsalter 22,9 Jahre) wurden randomisiert in zwei Trainingsgruppen mit 5 bzw. 10 Min. EMS-Training (jeweils  $n = 22$ ) und eine Kontrollgruppe ( $n = 11$ ) aufgeteilt. Über einen Trainingszeitraum von 6 Wochen wurde 2x pro Woche mit folgenden Stimulationsparametern trainiert: Impulsdauer 4 s, Impulspause 4 s, Frequenz 80 Hz, Pulsbreite 350  $\mu$ s, bipolare Rechteckimpulse. Als Messverfahren wurden dynamische Maximalkraft und Kraftausdauer, Körpergewicht und Körperfettanteil sowie die CK-Werte (Creatinkinase) 24 Stunden nach dem Training bestimmt. Zusätzlich wurde über Fragebögen Körperwahrnehmung, Stimmung und Befindlichkeit ermittelt.

### Ergebnisse

Beide Trainingsgruppen erzielten höchstsignifikante ( $p \leq 0,001$ ) Steigerungen der dynamischen Kraftausdauer von bis zu 41 % bzw. 34 % und 10 % bzw. 8 % bei der Maximalkraft. Für die Krafteffekte konnte kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ( $p > 0,05$ ), ob mit einer Dauer von 5 oder 10 Minuten trainiert wurde. Hinsichtlich des Körpergewichts konnten mit 0,83 % (Gruppe 1) und 0,90 % (Gruppe 2) jeweils signifikante Gewichtszunahmen gemessen werden. Beim Körperfettgehalt wurden keine Verbesserungen erzielt. Die CK-Werte in Gruppe 2 (10 min) fielen mit 761 U/l etwas hö-

her aus als in Gruppe 1 (5 min) mit 595 U/l. Die Creatinkinaseaktivität wurde hauptsächlich durch die Trainingsintensität beeinflusst.

### Schlussfolgerung

Die verkürzte Trainingszeit auf 5 bzw. 10 Minuten führte im Vergleich zu vorherigen Untersuchungen zu keinen höheren Kraftsteigerungen. Im Gegenteil, die Werte lagen dabei zum Teil deutlich unter denen, die bei einem Training von 15 Minuten Dauer erreicht wurden. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann eine Trainingsdauer von ca. 15 Minuten als optimal für den Kraftzuwachs angesehen werden. Der hohe Anstieg der Creatinkinase-Werte nach dem EMS-Training deutet auch in der vorliegenden Studie auf eine sehr intensive muskuläre Belastung hin. Eine Verkürzung der Trainingsdauer beeinträchtigt jedoch die Aktivität des Enzyms Creatinkinase nicht entscheidend. Vielmehr scheint vor allem die Stromintensität eine wichtige Rolle bei der Erhöhung der Creatinkinase zu spielen.

Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Bayreuth, 2006. W.-U. Boeck-Behrens, D. Mainka.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## The effects of neuromuscular electrical stimulation training on abdominal strength, endurance and selected anthropometric measures

### Untersuchungsziel

Das Ziel war es, den Einfluss einer neuromuskulären Elektrostimulation, die selbst verabreicht wurde, auf Veränderungen der Ausdauer, Kraft, ausgewählter anthropometrischer Maße und die Zufriedenheit und Form, die von den Probanden wahrgenommen wird, der Bauchregion zu untersuchen.

### Methodik

An 5 Tagen pro Woche stimulierten 24 Probanden ihre Bauchmuskeln für 20 bis 40 Minuten pro Sitzung. Die Stimulation erfolgte über einen Zeitraum von 8 Wochen. Auf weitere Sportübungen verzichteten die Probanden in dieser Zeit. 16 weitere Personen wurden einer Kontrollgruppe zugeteilt und verzichteten in dem Zeitraum auf ein Training der Bauchmuskeln oder ein anderes Training.

### Ergebnisse

Die abdominale Ausdauer der Stimulationsgruppe nahm um 100 % und in der Kontrollgruppe um 28 % zu. Innerhalb der Stimulationsgruppe nahm außerdem die Bauchmuskelform um 58 % zu, während die Kontrollgruppe hierbei keine Veränderungen zeigte. Der Taillenumfang reduzierte sich innerhalb der Stimulationsgruppe um 3,5 cm. Bei der Kontrollgruppe konnte keine signifikante Veränderung des Taillenumfangs festgestellt werden. Das Gefühl, dass ihre Mittelpartie "fester" und straffer wirkte, hatten alle 24 Probanden der Stimulationsgruppe. Darüber hinaus gaben sie an, eine verbesserte Körperhaltung durch die Stimulation zu bemerken. Innerhalb der Kontrollgruppe gab keiner der Probanden an, solch ein Gefühl zu verspüren. Bezüglich des

Körpergewichts, des BMIs und der Hautfaltendicke konnten in der Stimulations- und in der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. NMES führte in der Studie zu signifikanten Verbesserungen der Ausdauer und Muskelkraft sowie der wahrgenommenen Zufriedenheit und Form der Bauchregion durch die Probanden der Stimulationsgruppe.

2005, J. P. Porcari, J. Miller, K. Cornwell, C. Foster, M. Gibson, K. McLean, T. Kernozek.

## Aufbau & Stärkung der Muskulatur

### Beinmuskulatur

#### Strength Changes in the Normal Quadriceps Femoris Muscle as a Result of Electrical Stimulation

##### Untersuchungsziel

Inwiefern der normale Musculus quadriceps femoris mithilfe von elektrischer Muskelstimulation gekräftigt werden kann, ohne Unterstützung von einer gleichzeitigen isometrischen Muskelkontraktion, sollte in der Studie untersucht werden.

##### Methodik

Insgesamt 58 Probanden wurden per Zufallsprinzip einer von drei unabhängigen Gruppen zugeteilt. Eine Gruppe wurde mit einer isometrischen Kräftigung des Musculus quadriceps femoris trainiert (n = 20), eine andere Gruppe wurde täglich mit dem rechten Musculus quadriceps femoris stimuliert (n = 19). Eine dritte Gruppe diente als Kontrollgruppe (n = 19).

##### Ergebnisse

Das Drehmoment des Musculus quadriceps femoris stieg jeweils in der Gruppe mit isometrischem Training und in der Gruppe mit elektrischer Stimulation an ( $p < .001$ ). In der Kontrollgruppe konnte eine solche signifikante Veränderung nicht festgestellt werden. Die Daten unterstützen die Verwendung dieses elektronischen Stimulators als geeignetes Gerät zur Stärkung der Skelettmuskulatur ohne freiwillige Anstrengung.

Physical Therapy, 1983, R. K. Laughman, J. W. Youdas, T. R. Garrett, E. Y. S. Chao.

#### Changes in neuromuscular function after training by functional electrical stimulation

##### Untersuchungsziel

Die Studie sollte untersuchen, ob es nach einem 6-wöchigen Training mit funktioneller elektrischer Stimulation (FES) eine Veränderung der neuromuskulären Funktion des Flexor digitorum brevis (FDB) und des Rectus femoris (RF) geben würde. Außerdem sollte untersucht werden, ob die Auswirkungen nach einer Erholungspause von 6 Wochen noch anhalten würden.

##### Methodik

Die Muskeln wurden über einen Zeitraum von 6 Wochen stimuliert (30 min/Tag, 5 Tage/Woche, insgesamt 30 Sitzungen). Das Stimulationsmuster bestand aus einem biphasischen symmetrischen Impulsstrom (10 V, d. h. submaximal) mit einer Rampenmodulation der Frequenz (4-75-4 Hz) und Impulsdauer (400-100-400  $\mu$ s). Die FES wurde über einen klinischen Neurostimulator (Multiprocess 16+, Physitech; Electronique Médicale, Marseille, Frankreich) verabreicht.

##### Ergebnisse

Unmittelbar nach der funktionellen elektrischen Stimulation konnte ein signifikanter Anstieg der maximalen freiwilligen Kontraktion (MVC; maximum voluntary contraction) beim Rectus femoris und beim Flexor digitorum brevis festgehalten werden. Dieser signifikante Anstieg konnte auch noch nach der 6-wöchigen funktionellen elektrischen Stimulation beobachtet werden. Die funktionelle elektrische Stimulation führte ebenso zu einem signifikanten Anstieg der Ausdauerzeit bis zur Erschöpfung ( $+18 \pm 7\%$ ). Die nicht stimulierten Muskeln wiesen hingegen keine Veränderungen der Ausdauerzeit bis zur Erschöpfung und des MVC auf. Die Ergebnisse lassen annehmen, dass die Muskelfunktion mithilfe von funktioneller elektrischer Stimulation verbessert und die zentrale Muskelaktivierung verändert werden kann. Beim Flexor digitorum brevis waren die Vorteile von funktioneller elektrischer Stimulation größer. Außerdem hielten die Vorteile bei den vorliegenden Ergebnissen beim FDB länger an.

2003, T. Marqueste, F. Hug, P. Decherchi, Y. Jammes.

#### Die Effizienz von EMS während des Tennistrainings: Fallstudie von Antelope

##### Untersuchungsziel

Als Ziel der Fallstudie galt es, die Effizienz des EMS-Trainings während des Tennis-Trainings zu untersuchen.

##### Methode

Antelope begleitete die Tennisspielerin Sophia Bergner drei Monate lang. Neben Sophias normalem Training führte sie zwei- bis dreimal pro Woche ein EMS-Training durch. Nach drei Monaten wurde Sophias Kraft und Mobilität mithilfe von FPZ-Geräten der Firma DAVID gemessen.

##### Ergebnisse

Nach drei Monaten konnten folgende Kraftzuwächse bei Sophia gemessen werden: Die Rumpfstreckung nahm um 12 % zu, die Rumpfbeugung nahm um 5,4 % ab. Die Schlagbewegung beziehungsweise Rotation mit ihrem rechten Arm nahm um 25,2 % zu, mit ihrem linken Arm waren es sogar 51,9 %. Die Kraftzuwächse der Rotation beider äußeren Schultergelenke verbesserten sich um 19,5 %. Auch an ihren Beinen konnten Kraftzuwächse beobachtet werden: Die Kraft in ihrem rechten Bein verbesserte sich um 6,4 %, die ihres linken Beins um 17,1 %. An der Beinpresse konnte ein verbesserter Kraftzuwachs um 29,2 % festgestellt werden, der Kraftzuwachs der Kniebeugung an beiden Seiten betrug 11,5 %.

Erscheinungsjahr: 2022

## Zur Wirkung hochfrequenter EMS auf Muskelkraft und Muskelmasse

### Untersuchungsziel

Über einen Zeitraum von zwei Wochen trainierten weibliche Personen den Musculus gastrocnemius unter elektrischer Stimulation.

### Methodik

Die Hautfaldendicke, der Unterschenkelumfang sowie die maximale statische Plantarflexionskraft wurden vor der Studie sowie nach dem Stimulationszeitraum gemessen.

### Ergebnisse

Nach Ende des Stimulationszeitraum war die Hautfaldendicke der Probandinnen signifikant reduziert. Außerdem hatte der Unterschenkelumfang geringfügig hochsignifikant zugenommen. Die Kraft war ebenfalls hochsignifikant erhöht. Ausgehend von den Ergebnissen kann angenommen werden, dass die Kraftzunahme, die durch elektrische Stimulation entstehen kann, von einer Vergrößerung der Muskelmasse begleitet werden kann. Zusätzlich kann hierbei eine verbesserte intramuskuläre Koordination angenommen werden.

Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 1987, M. Cabric & H. J. Appell.

## Improvement in Isometric Strength of the Quadriceps Femoris Muscle after Training with Electrical Stimulation

### Untersuchungsziel

Die Studie sollte untersuchen, ob die isometrische Kraft des Musculus quadriceps femoris mithilfe eines isometrischen Trainings unter elektrischer Stimulation (ES) signifikant erhöht werden kann. Außerdem sollte gemessen werden, ob die relative Kraft und Dauer der Trainingskontraktionen mit den Kraftveränderungen in einer Beziehung stehen.

### Methodik

Insgesamt 24 Probanden wurden einer Versuchsgruppe (n=12) und einer Kontrollgruppe (n=12) zugeordnet. Die Probanden beider Gruppen unterzogen sich einem Vor- und Nachtest. Somit wurden die maximalen freiwilligen isometrischen Kontraktionen (MVISCs) festgestellt. Über vier Wochen lang trainierte die Versuchsgruppe dreimal wöchentlich mit maximal tolerierbaren isometrischen Kontraktionen, die durch elektrische Stimulation ausgelöst wurden.

### Ergebnisse

Sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe konnte eine Zunahme der isometrischen Kraft des Musculus Quadriceps femoris. Die Versuchsgruppe mit elektrischer Stimulation wies jedoch eine signifikant größere Zunahme ( $p < .01$ ) beim isometrischen Training mit elektrischer Stimulation auf als die Kontrollgruppe ohne elektrische Stimulation. In der Versuchsgruppe korrelierte die relative Kraftverbesserung

mit der Intensität und Dauer der Trainingskontraktion. Die relative Kraftverbesserung war in dieser Gruppe außerdem positiv und signifikant.

Physical Therapy, 1985, D.M. Selkowitz.

## Feasibility and Efficacy of Progressive Electrostimulation Strength Training for Competitive Tennis Players

### Untersuchungsziel

Der Einfluss von elektrostimulierten Kraftübungen auf die anaerobe Leistung von Tennisspielern während der Vorbereitungssaison sollte in der Studie untersucht werden.

### Methodik

12 Tennisspieler (7 weibliche und 5 männliche) absolvierten über 3 Wochen lang 9 Trainingssitzungen für den Quadrizeps mit einer jeweiligen Dauer von 16 Minuten (Frequenz: 85 Hz; An-Aus-Verhältnis: 5,25-25 Sekunden). Hierfür wurden elektrostimierte Trainingssitzungen in die Tennis-Trainingseinheiten integriert. Gemessen wurde die Shuttle-Sprintzeit, die maximale Kraft des Quadrizeps sowie die vertikale Sprunghöhe.

### Ergebnisse

Im Vergleich zum Beginn der Studie war die Sprunghöhe aus der Gegenbewegung in der fünften Woche (+5,3 %) und in der sechsten Woche (+6,4 %) signifikant höher ( $p < 0,05$ ). In der sechsten Woche wiesen die Probanden eine signifikant verkürzte 2 x 10-Meter-Sprintzeit (-3,3 %) im Vergleich zum Vortraining auf ( $p = 0,004$ ). Die Trainingsparameter verliefen innerhalb des 3-wöchigen Trainingszeitraums linear progressiv. Somit wurde das elektrostimierte Krafttraining erfolgreich in das Training integriert. Die anaerobe Leistung und die Leistung im Dehnung-Verkürzungs-Zyklus wies während des gesamten Untersuchungszeitraums eine verzögerte Verbesserung auf. Die Studienergebnisse zeigen, dass ein progressives elektrostimuliertes Krafttraining in die frühe Tennissaison integriert und die anaerobe Leistung sowohl bei Frauen als auch bei Männern verbessert werden kann.

Journal of Strength and Conditioning Research, 2009, N. Maffiuletti, J. Bramanti, M. Jubeau, M. Bizzini, G. Deley, Gaëlle, G. Cometti.

## Augment in Voluntary Torque of Healthy Muscle by Optimization of Electrical Stimulation

### Untersuchungsziel

Untersuchungsgegenstand der Studie war es, die Auswirkungen einer niedrig dosierten elektrischen Stimulation auf die Verbesserung des Muskeldrehmoments zu beurteilen.

### Methodik

6 gesunde Frauen und 9 gesunde Männer (20 bis 32 Jahre) erhielten an der rechten vorderen Muskulatur des Ober-

schenkels eine elektrische Stimulation. Das linke Bein wurde nicht elektrisch stimuliert und diente zur Kontrolle. Über fünf Wochen wurden zweimal wöchentlich elektrische Stimulations-Sitzungen durchgeführt. Pro Sitzung wurde die elektrische Stimulation achtmal wiederholt. Jede Stimulation löste ein isometrisches Drehmoment aus, wobei jede Stimulation ein isometrisches Drehmoment erzeugte, das 50 % der maximalen willentlichen isometrischen Kontraktion des Probanden entsprach.

### Ergebnisse

Die elektrische Stimulation konnte bei den männlichen Probanden der Studie das Drehmoment des Quadrizeps femoris erhöhen, nachdem diese mit niedrig dosierten und spezifizierten Trainingsmerkmalen eingesetzt wurde.

Physical Therapy, 1988, C.-L. Soo, D.P. Currier, & A.J. Threlkeld.

## Effects of Electromyostimulation Training on Muscle Strength and Power of Elite Rugby Players

### Untersuchungsziel

Untersuchungsgegenstand der Studie waren die Auswirkungen eines 12-wöchigen Elektromyostimulation-Trainingsprogramms auf die Leistungen von elitären Rugbyspielern.

### Methodik

Die Probanden bestanden aus 25 Rugbyspielern. 15 von ihnen wurden einer elektrostimulierten Gruppe zugeteilt und 10 weitere einer Kontrollgruppe. Die Trainingseinheiten wurden in den ersten sechs Wochen dreimal wöchentlich durchgeführt, in den weiteren sechs Wochen nur noch einmal wöchentlich. Die elektrische Stimulation wurde an den Gesäßmuskeln, den Fußbeugern und den Kniestreckern durchgeführt. Außerdem wurden die Sprint-Laufzeiten, die vertikale Sprunghöhe und die Kniebeugekraft gemessen.

### Ergebnisse

Der Hocksprung (+10,0 +/- 9,5 %;  $p < 0,01$ ), der Fallsprung aus einer Höhe von 40 Zentimetern (+6,6 +/- 6,1 %;  $p < 0,05$ ), die Kniebeugekraft (+15,0 +/- 8,0 %;  $p < 0,001$ ) und das maximale konzentrische Drehmoment ( $p < 0,05$ ) verbesserten sich bei der Elektrostimulationsgruppe. Innerhalb der Kontrollgruppe hat es keine signifikanten Veränderungen gegeben. Die Leistung und Muskelkraft bei Elite-Rugbyspielern verbesserte sich nach einem 12-wöchigen elektrostimulierten Training zumindest in bestimmten Tests, doch Rugby-Fähigkeiten wie Sprints oder Scrummaging zeigte hierbei keine Verbesserungen.

Journal of Strength and Conditioning Research, 2007, N. Babault, G. Cometti, M. Bernardin, M. Pousson, J.-C. Chatard.

## Muskeltraining der Zukunft: Wissenschaftliche und praktische Anwendung von Ganzkörper-Elektromyostimulations-Training (GK-EMS) unter besonderer Berücksichtigung des Krafttrainings

### Methodik

80 Sportstudenten trainierten zweimal wöchentlich die Beinbeuger- und Beinstreckmuskulatur an Trainingsgeräte in verschiedenen Gruppen (Muskelaufbau, Kraftausdauer, Maximalkraft; in jeweils 3 Serien). Dazu trainierten die Probanden mit verschiedenen Zusatzlasten (30 bis 90 % der individuellen Maximalkraft; 1 Repetition Maximum) mit 3 bis 15 Wiederholungen. Die Sportstudenten wiesen vor Studienbeginn mindestens 2 Jahre Erfahrung mit Krafttraining auf. Eine andere Gruppe trainierte mit Ganzkörper-EMS. Hierzu führten die Probanden dieser Gruppe Ausfallschritte und Kniebeugen ohne Zusatzlast unter elektrischer Stimulation durch (3 Serien, 10 Wiederholungen, Belastung/Pause 6 s/4 s, Impulsfrequenz 85 Hz, Impulsbreite 350  $\mu$ s, rechteckförmiger Impuls). Trainiert wurde über 4 Wochen lang zweimal wöchentlich. Die Dynamik der Probanden wurde über die Leistung gemessen, die sich aus Kraft und Geschwindigkeit zusammensetzt und über diese Komponenten gesteigert werden kann.

### Ergebnisse

Die Leistung der Beinstreck- und Beinbeugemuskulatur konnte in allen Gruppen, die Krafttraining durchgeführt haben, signifikant verbessert werden. Diese Verbesserungen erfolgten über den Faktor Kraft, außer in der Ganzkörper-EMS-Gruppe sowie in der gemischten GK-EMS-/Muskelaufbau-Gruppe. Lediglich diese beiden Gruppen wiesen signifikante Verbesserungen der Geschwindigkeit auf. Die Verbesserung der gemessenen Leistung erfolgte über eine höhere Geschwindigkeit um ungefähr 30. Somit konnte innerhalb eines kurzen Zeitraums die Schnelligkeit, die nicht einfach anzusteuern ist, verbessert werden. Dies könnte daran liegen, dass die schnellen Muskelfasern beim Ganzkörper-EMS-Training über die elektrische Stimulation direkt angesteuert werden. Außerdem konnten die Ergebnisse aufzeigen, dass Ganzkörper-EMS in Kombination mit einer dynamischen Ausführung einer Bewegung eine vielversprechende Möglichkeit des Schnelligkeits- und Krafttrainings sein kann, insofern das Ganzkörper-EMS-Training wohldosiert eingesetzt wird.

Medicalsports network, 2007, H. Kleinöder.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Effect of electrical stimulation on human skeletal muscle

### Untersuchungsziel

Die adaptiven und akuten Wirkungen von elektrischer Stimulation auf den Quadrizepsmuskel sollte bei gesunden männlichen Personen untersucht werden.

## Ergebnisse

Die vierwöchige elektrische Stimulation verbesserte die Muskelkraft. Diese Verbesserung ähnelte den Ergebnissen eines entsprechenden freiwilligen Trainingsprogramms. Die akuten Wirkungen der elektrischen Stimulation (die Bildung von Laktat, die Abnahme bestimmter Enzymaktivitäten und die Erschöpfung der Glykogen- und Phosphagenspeicher) ähnelten den Wirkungen, die zuvor bei einem intensiven Muskeltraining festgehalten wurden. Innerhalb von vier bis fünf Wochen konnten keine signifikanten Veränderungen der Muskeleigenschaften, der mitochondrialen Eigenschaften oder der Enzymaktivitäten nach der elektrischen Stimulation beobachtet werden. Die Auswirkungen der elektrischen Stimulation auf den Quadrizeps Muskel schienen weniger "geschwindigkeitsspezifisch" sondern eher "positionsspezifisch" im Vergleich zu dem anderen Training, das mit langsamen isokinetischen Kontraktionen durchgeführt wurde.

International Journal of Sports Medicine, 1981, E. Eriksson, T. Haggmark, K. H. Kiessling & J. Karlsson.

## Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture

### Untersuchungsziel

Der Einfluss eines vierwöchigen sowie eines achtwöchigen Elektromyostimulationstraining auf die neuronalen und muskulären Anpassungen des Kniestreckmuskels sollte untersucht werden.

### Methodik

12 Männer wurden der Elektrostimulationsgruppe und 8 Männer der Kontrollgruppe zugeteilt. Die Probanden wurden zu drei Zeitpunkten getestet: Vor Beginn der Studie, nach 4 Wochen und nach 8 Wochen. In insgesamt 32 Sitzungen wurde das Trainingsprogramm mit isometrischem EMS durchgeführt. Die neuronalen Anpassungen wurden mithilfe der EMG-Aktivität sowie der Muskelaktivierung, die unter maximaler freiwilliger Kontraktion gemessen wurde, bewertet. Die EMG-Antworten und das Drehmoment bei elektrisch evozierten Kontraktionen, der Weitenwinkel des Vastus lateralis (VL) sowie die anatomische Querschnittsfläche des Muskels (ACSA) wurden untersucht, um die muskulären Veränderungen zu untersuchen.

### Ergebnisse

In der achten Woche konnte ein signifikanter Anstieg der normalisierten EMG-Aktivität der Muskeln Vastus medialis und Vastus lateralis festgestellt werden (+69 bzw. +39 %,  $P < 0,001$ ). Für den Muskel Rectus femoris konnte in Woche 8 kein signifikanter Anstieg beobachtet werden. Die maximale freiwillige Kontraktion der Kniestrecker stieg signifikant um 27 % ( $P < 0,001$ ) und ging mit dem VL-Pennationswinkel (+14 %,  $P < 0,001$ ), der ACSA (Physiologische Querschnittsfläche) des Quadrizeps (+6 %,  $P < 0,001$ ) und einer Zunahme der Muskelaktivierung (+6 %,  $P < 0,01$ ) einher. In Woche 8 hatten ebenfalls die ACSA der Muskeln VM, VL und Vastus intermedius signifikant zugenommen (5-8 %,  $P < 0,001$ ), in der vierten Woche jedoch nicht. Beim RF-Muskel wurden keine Veränderungen beobachtet.

## Schlussfolgerung

Die Ergebnisse lassen annehmen, dass das willentliche Drehmoment (des Kniestreckmuskels) nach dem EMS-Training sowohl wegen neuraler als auch muskulärer Anpassungen gesteigert werden kann. Die Veränderungen betrafen selektiv die monoartikulären Vastii- Muskeln.

Medicine & Science in Sports & Exercise, 2005, J. Gondin, M. Guette, Y. Ballay, A. Marin.

## Neural and muscular changes to detraining after electrostimulation training

### Untersuchungsziel

Der Einfluss eines vierwöchigen Trainings im Anschluss an ein achtwöchiges Trainingsprogramm mit elektrischer Stimulation auf muskuläre und neuronale Eigenschaften der Muskulatur des Kniestreckers sowie auf Veränderungen der Muskelkraft sollte untersucht werden.

### Methodik

Für die Studie führten 9 Probanden ein achtwöchiges Trainingsprogramm aus, welches sich aus 32 Sitzungen mit isometrischem Elektrostimulationstraining zusammensetzte. Die Probanden wurden vor dem Training, nach dem achtwöchigen ES-Training sowie nach dem vierwöchigen Training getestet.

### Ergebnisse

Nach dem Training wurde ein signifikanter Anstieg des Drehmoments der Kniestrecker um 26 % festgestellt. Dieser Anstieg ging mit einem Anstieg der EMG-Aktivität des Musculus Vastus medialis einher (normalisiert auf die jeweilige M-Welle (+43 %), einer Muskelaktivierung und der physiologischen Querschnittsfläche (ACSA) des Quadrizeps (+6 %) einher. Die MVC-Werte der Kniestrecker blieben am Ende des Untersuchungszeitraums signifikant (14 %) über den Ausgangswerten. Dies war mit einer größeren ACSA des Quadrizeps verbunden (3 %), aber nicht mit einer höheren neuronalen Aktivierung. Nach Abschluss des Detrainings stiegen die Muskelaktivierung (5 %), die MVC der Kniestrecker (9 %), die EMG-Aktivität des Musculus vastus medialis (20 %) und die ACSA des Quadrizeps (3 %) signifikant.

European Journal of Applied Physiology, 2006, J. Gondin, M. Guette, Y. Ballay & A. Martin.

## Changes in Quadriceps Femoris Muscle Strength Using Isometric Exercise Versus Electrical Stimulation

### Untersuchungsziel

Die Studie diente der Messung und des Vergleichs des isometrischen und isokinetischen Drehmoments des Quadrizeps Muskels.

## Methodik

Die Probanden wurden in drei Gruppen eingeteilt. Gruppe 1 diente als Kontrollgruppe (n=9) und durfte ihre täglichen Aktivitäten über fünf Wochen lang nicht verändern. Gruppe 2 trainierte über fünf Wochen lang ihren Quadriceps femoris-Muskel dreimal wöchentlich mit maximal freiwilligen isometrischen Übungen (n=10). Gruppe 3 trainierte dreimal wöchentlich über fünf Wochen mit Kontraktionen des Quadriceps femoris-Muskel durch elektrische Stimulation.

## Ergebnisse

Die Auswertung der Ergebnisse ergab signifikante Kraftsteigerungen ( $P < 0,05$ ) für die Elektrostimulations- sowie für die isometrische Übungsgruppe. In der Kontrollgruppe konnten keine Veränderungen bezüglich der Kraft festgestellt werden.

Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 1987, R.J. Kubiak, K.M. Whitman & R.M. Johnston.

## The Effect of Different Electro-Motor Stimulation Training Intensities on Strength Improvement

### Untersuchungsziel

Der Einfluss von elektromotorischer Stimulation (EMS) auf den Kraftzuwachs des Quadriceps femoris sollte untersucht werden.

### Methodik

Nach dem Zufallsprinzip wurden 24 Probanden in eine von drei Gruppen eingeteilt: Eine Gruppe trainierte mit 50 % der maximalen freiwilligen isometrischen Kontraktionen (hohe Intensität, HI), eine andere Gruppe mit 25 % der maximalen isometrischen Kontraktion (niedrige Intensität, LI). Eine dritte Gruppe diente als Kontrollgruppe.

### Ergebnisse

Nach 3 Wochen EMS-Trainingsprogramm wurde in den beiden Trainingsgruppen eine signifikante Verbesserung der Kraft festgestellt. Der Kraftzuwachs war innerhalb der HI-Trainingsgruppe signifikant größer (48,5 %) als in der LI-Trainingsgruppe (24,2 %) ( $p < 0,01$ ). In einer dreiwöchigen Phase der Nachbeobachtung wurde ein signifikanter Carry Over-Effekt festgestellt, der insbesondere in der HI-Gruppe ausgeprägt war. In den Trainingsgruppen wurden darüber hinaus positive isokinetische Veränderungen der Kraft im konzentrischen Modus festgehalten. Zusätzlich wurde in der kontralateralen homologen Muskelgruppe beider Trainingsgruppen ein signifikanter Cross-Transfer-Effekt beobachtet ( $p < 0,01$ ).

The Australian Journal of Physiotherapy, 1988, H.S. Lai, G. de Domenico & G.R. Straus.

## The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability

## Untersuchungsziel

Die Auswirkungen eines Elektromyostimulations-Trainingsprogramms über 4 Wochen auf die Kraft der Kniestrecker sowie auf die vertikale Sprungleistung bei Basketballspielern sollte untersucht werden.

## Methodik

Insgesamt 10 Basketballspieler trainierten dreimal wöchentlich mit elektrischer Stimulation. Eine Sitzung bestand aus 48 Kontraktionen. Es wurden drei Tests durchgeführt: Ein Test vor Studienbeginn, ein Test nach vier Wochen Elektromyostimulations-Trainingsprogramm und ein Test nach 4 Wochen normalem Basketballtraining.

## Ergebnisse

Die isometrische Kraft in den beiden an den Trainingswinkel angrenzenden Winkeln wurde durch das Elektromyostimulations-Training gesteigert ( $p < 0,01$ ). In Woche 4 nahm der Sprung aus der Kniebeuge signifikant um 14 % zu ( $p < 0,01$ ), der Sprung aus der Gegenbewegung äußerte keine Veränderung. Die isokinetische Kraft stieg signifikant ( $p < 0,05$ ) bei exzentrischen und hohen konzentrischen Geschwindigkeiten (zwischen  $180$  und  $3608 \times s^{-1}$ ), jedoch nicht bei niedrig konzentrischen Geschwindigkeiten ( $60$  und  $1208 \times s^{-1}$ ). Die Zuwächse der isometrischen und isokinetischen Kraft bei der Sprungleistung und bei dem Hocksprung wurden in der achten Woche beibehalten. Die Leistung stieg in der achten Woche um 17 % ( $p < 0,01$ ). Bei den Basketballspielern konnte mithilfe der Elektromyostimulation, die als Teil eines kurzen Krafttrainingsprogramm diente, die Sprungleistung aus der Hocke sowie die Kraft der Kniestrecker verbessert werden.

2000, N. A. Maffiuletti, G. Cometti, I.G. Amiridis, A. Martin, M. Pousson & J. C. Chatard.

## Neuromuscular adaptations to electrostimulation resistance training

### Untersuchungsziel

Untersuchungsgegenstand der Studie war, welche Auswirkungen ein kurzzeitiges Widerstandstraining mit Elektrostimulation auf die neuronalen und muskulären Anpassungen des schwächeren beziehungsweise weniger dominanten Quadriceps femoris Muskel bei gesunden Personen hat.

### Ergebnisse

Es konnte ein Anstieg der maximalen willentlichen Kraft (+12 %) beobachtet werden. Dieser Anstieg ging mit muskulären (Beeinträchtigung der kontraktiven Eigenschaften des gesamten Muskels) und neuronalen (erhöhte Muskelaktivierung und Cross-Education-Effekt) Veränderungen einher. Außerdem konnten signifikante Veränderungen der Querschnittsfläche der Einzelfasern (+27 % für Muskelfasern des Typs 1 und +6 % für Muskelfasern des Typs 2A), der spezifischen Spannung der Fasern des Typs 1 (+67 %), aber nicht der Fasern des Typs 2A, sowie des relativen Gehalts der schweren Myosinkette (MHC) (+22 % für MHC-2A und -28 % für MHC-2X) festgestellt werden. Die Veränderungen, die auf der Ebene

der einzelnen Muskelfasern durch das Widerstandstraining mit Elektrostimulation entstanden, waren signifikant und betrafen primär langsame Fasern vom Typ 1.

American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2006, N. A. Maffiuletti, R. Zory, D. Miotti, M. A. Pellegrino, M. Jubeau, R. Bottinelli.

## Strengthening of human quadriceps muscles by cutaneous electrical stimulation

### Untersuchungsziel

Die Auswirkungen eines elektrischen Stimulationstraining auf die Quadrizepskraft sollte untersucht werden.

### Methodik

Nach dem Zufallsprinzip wurden 16 gesunde Probanden zwei Gruppen zugeteilt (eine elektrische Stimulationsgruppe sowie eine isometrische Gruppe). Alle Probanden trainierten über drei Wochen lang viermal wöchentlich. Das isometrische Training bestand aus 10-sekündigen Maximalkontraktionen mit 50-sekündigen Ruhepausen pro Sitzung.

### Ergebnisse

Die Quadrizepskraft konnte in beiden Gruppen deutlich verbessert werden (22 +/- 5,3 % in der elektrischen Gruppe und 25 +/- 6,9 % in der isometrischen Gruppe ( $p < 0,02$ )). Offenbar veränderte sich die Kraft weder von der Höhe der Stimulationsspannung (5-10 V) noch war sie von der induzierten Spannung abhängig. Zwischen den Kraftzuwächsen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,05$ ). Innerhalb der elektrischen Stimulationsgruppe wurden keine Muskel-läsionen, Schmerzen oder andere negative Auswirkungen festgestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die kutane Elektrostimulation eine brauchbare Möglichkeit zur Kräftigung sein kann. Die kutane Elektrostimulation scheint eine praktische Anwendung für die Rehabilitation von Patienten zu sein, die nicht in der Lage sind, eine effektive willentliche Kontraktion durchzuführen.

Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 1983, D.F. Miken, M. Todd-Smith & C. Thompson.

## Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability

### Untersuchungsziel

Der Einfluss eines vierwöchigen Elektromyostimulations-Trainingsprogramms (EMS) auf die vertikale Sprungleistung von Volleyballspielern sollte untersucht werden.

### Methodik

Insgesamt 12 Volleyballspieler nahmen an der Studie teil. Dreimal pro Woche wurden EMS-Trainingseinheiten in das Volleyballtraining integriert. Die Kniestrecker- und Plantarflexormuskeln wurden bei den EMS-Trainingssitzungen 20-22 Mal gleichzeitig stimuliert. Dies dauerte ungefähr 12 Minuten.

### Ergebnisse

Nach Abschluss des EMS-Trainings hatten sich der Gegenbewegungssprung sowie die Leistung im Hocksprung nicht signifikant verändert, jedoch nahmen die mittlere Leistung und die mittlere Höhe signifikant um etwa 4 % zu ( $p < 0,05$ ). 10 Tage nach Abschluss des EMS-Trainings konnte ein signifikanter Zuwachs der Sprunghöhe ( $p < 0,05$ ) bei Einzelsprüngen festgestellt werden (SJ +6,5 %, CMJ +5,4 %). Insofern mithilfe des EMS-Widerstandstrainings die vertikale Sprungfähigkeit verbessert werden soll, so könnte ein sportartspezifisches Training im Anschluss an das EMS-Training dem zentralen Nervensystem die Möglichkeit geben, eine optimierte Kontrolle über die neuromuskulären Eigenschaften zu generieren.

The Journal of Strength and Conditioning Research, 2003, D. Malatesta, F. Cattaneo, S. Dugnani & N. A. Maffiuletti.

## Rückenmuskulatur

### Effects of Whole-Body Electromyostimulation versus High-Intensity Resistance Exercise on Body Composition and Strength: A Randomized Controlled Study

### Untersuchungsziel

Der Gegenstand der Studie war die Untersuchung des Einflusses von WB-EMS (Ganzkörper-EMS) und HIT (High Intense Training) auf die Muskelkraft und Körperzusammensetzung bei Männern im mittleren Lebensalter. Hierfür wurden 48 untrainierte, gesunde Männer im Alter zwischen 30 bis 50 Jahren per Zufall einer WB-EMS-Gruppe (3 Sitzungen in zwei Wochen) oder einer HIT-Gruppe (2 Sitzungen in einer Woche) zugeteilt. Beide Gruppen trainierten insgesamt über 16 Wochen lang. Die WB-EMS-Gruppe trainierte mit intermittierender Stimulation (6 s WB-EMS, 4 s Pause; 85 Hz, 350  $\mu$ s) über 20 Minuten und die HIT-Gruppe als "Single-Set-to-Failure-Protokoll".

### Ergebnisse

In beiden Gruppen waren die Veränderungen des LBM (Lean Body Mass) signifikant (HIT 1,25 %  $\pm$  1,44 % gegenüber WB-EMS). Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht signifikant. Die Kraft der Rückenstrecker und die Kraft der Beinstrecker nahmen in der WB-EMS- und in der HIT-Gruppe zu, jedoch wurden auch hierbei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgehalten. Entsprechend dieser Veränderungen wurden auch Veränderungen für das Körperfett festgestellt.

### Fazit

WB-EMS kann auf Basis der Studienergebnisse als kostenaufwändige, jedoch gleichzeitig auch als zeitsparende Alternative zum HIT-Widerstandstraining für jene Personen angesehen werden, die eine Verbesserung der allgemeinen Körper- und Kraftzusammensetzung erzielen wollen.

2016, W. Kemmler, M. Teschler, A. Weißenfels, M. Bebenek, M. Fröhlich, M. Kohl, S. von Stengel.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Bauchmuskulatur

### The effects of neuromuscular electrical stimulation training on abdominal strength, endurance and selected anthropometric measures

#### Untersuchungsziel

Das Ziel war es, den Einfluss einer neuromuskulären Elektrostimulation, die selbst verabreicht wurde, auf Veränderungen der Ausdauer, Kraft, ausgewählter anthropometrischer Maße und die Zufriedenheit und Form, die von den Probanden wahrgenommen wird, der Bauchregion zu untersuchen.

#### Methodik

An 5 Tagen pro Woche stimulierten 24 Probanden ihre Bauchmuskeln für 20 bis 40 Minuten pro Sitzung. Die Stimulation erfolgte über einen Zeitraum von 8 Wochen. Auf weitere Sportübungen verzichteten die Probanden in dieser Zeit. 16 weitere Personen wurden einer Kontrollgruppe zugeteilt und verzichteten in dem Zeitraum auf ein Training der Bauchmuskeln oder ein anderes Training.

#### Ergebnisse

Die abdominale Ausdauer der Stimulationsgruppe nahm um 100 % und in der Kontrollgruppe um 28 % zu. Innerhalb der Stimulationsgruppe nahm außerdem die Bauchmuskelfkraft um 58 % zu, während die Kontrollgruppe hierbei keine Veränderungen zeigte. Der Taillenumfang reduzierte sich innerhalb der Stimulationsgruppe um 3,5 cm. Bei der Kontrollgruppe konnte keine signifikante Veränderung des Taillenumfangs festgestellt werden. Das Gefühl, dass ihre Mittelpartie "fester" und straffer wirkte, hatten alle 24 Probanden der Stimulationsgruppe. Darüber hinaus gaben sie an, eine verbesserte Körperhaltung durch die Stimulation zu bemerken. Innerhalb der Kontrollgruppe gab keiner der Probanden an, solch ein Gefühl zu verspüren. Bezüglich des Körpergewichts, des BMIs und der Hautfaltenstärke konnten in der Stimulations- und in der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. NMES führte in der Studie zu signifikanten Verbesserungen der Ausdauer und Muskelkraft sowie der wahrgenommenen Zufriedenheit und Form der Bauchregion durch die Probanden der Stimulationsgruppe.

2005, J. P. Porcari, J. Miller, K. Cornwell, C. Foster, M. Gibson, K. McLean, T. Kernozek.

### Comparison of the Effects of Electrical Stimulation and Exercise on Abdominal Musculature

#### Methodik

32 Probanden (21 Frauen, 11 Männer) im Alter von 20 bis 40 Jahren wurden per Zufall in eine von vier Gruppen eingeteilt: Eine Gruppe erhielt elektrische Stimulation, eine Gruppe führte Übungen aus, eine andere Gruppe führte Übungen mit gleichzeitiger elektrischer Stimulation aus und eine Gruppe diente als Kontrollgruppe. Der Untersuchungszeitraum umfasste 4 Wochen. Die Dauer der anhaltenden Kontraktion sowie die Anzahl der Wiederholungen wurden in diesem Zeitraum um einen vor Studienbeginn festgelegten Wert erhöht.

#### Ergebnisse

Die Bauchkraft steigerte sich innerhalb der Gruppe mit elektrischer Stimulation signifikant am meisten. Zwischen den Gruppen gab es in Bezug auf die Ausdauer keine signifikante Veränderung. Der Gewebewiderstand verringerte sich, während die Stromstärke und die Spannung signifikant zunahm. Es zeigte sich, dass die Kombination aus einem Training sowie Stimulation die wirksamste Methode sein könnte, um die Bauchkraft zu verbessern.

Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 1987, G. Alon, S.A. McCombre, S. Koutsantonis, L.J. Stumphauer, K.C. Burgwin, M.M. Parent & R.A. Bosworth.

## Armmuskulatur

### Die Effizienz von EMS während des Tennistrainings: Fallstudie von Antelope

#### Untersuchungsziel

Als Ziel der Fallstudie galt es, die Effizienz des EMS-Trainings während des Tennis-Trainings zu untersuchen.

#### Methode

Antelope begleitete die Tennisspielerin Sophia Bergner drei Monate lang. Neben Sophias normalem Training führte sie zwei- bis dreimal pro Woche ein EMS-Training durch. Nach drei Monaten wurde Sophias Kraft und Mobilität mithilfe von FPZ-Geräten der Firma DAVID gemessen.

#### Ergebnisse

Nach drei Monaten konnten folgende Kraftzuwächse bei Sophia gemessen werden: Die Rumpfstreckung nahm um 12 % zu, die Rumpfbeugung nahm um 5,4 % ab. Die Schlagbewegung beziehungsweise Rotation mit ihrem rechten Arm nahm um 25,2 % zu, mit ihrem linken Arm waren es sogar 51,9 %. Die Kraftzuwächse der Rotation beider äußeren Schultergelenke verbesserten sich um 19,5 %. Auch an ihren Beinen konnten Kraftzuwächse beobachtet werden: Die Kraft in ihrem rechten Bein verbesserte sich um 6,4 %, die ihres linken Beins um 17,1 %. An der Beinpresse konnte ein verbesserter Kraftzuwachs um 29,2 % festgestellt werden, der Kraftzuwachs der Kniebeugung an beiden Seiten betrug 11,5 %.

Erscheinungsjahr: 2022

## Sauerstoffaufnahme

### Prolonged Electrical Muscle Stimulation Exercise Improves Strength, Peak VO<sub>2</sub>, and Exercise Capacity in Patients with Stable Chronic Heart Failure

#### Untersuchungsziel

Die Studie sollte herausfinden, welche Wirkungen ein Training mit elektrischer Muskelstimulation auf Patienten mit stabiler chronischer Herzinsuffizienz hat.

#### Methodik

10 Patienten wurden für eine Crossover-Studie nach dem Zufallsprinzip einem 8-wöchigen Trainingsprogramm oder einer gewohnten Aktivität zugeteilt (9 Männer, Alter 66 +/- 6,5 Jahre).

#### Ergebnisse

Die Mittelwerte des maximalen Sauerstoffverbrauchs, die 6-Minuten-Gehstrecke, die Quadrizepskraft und der Body-Mass-Index lagen zu Beginn der Studie bei 19.5 +/- 3.5 mL x kg x min, 415.1 +/- 56.6m, 377.9 +/- 110.4N beziehungsweise 27.9 +/- 3.1 kg/m<sup>2</sup>. Nach Abschluss des Trainingsprogramms war der Spitzenwert des maximalen Sauerstoffverbrauchs auf 21.2 +/- 5.1 mL x kg x min (P < .05) gestiegen, die 6-Minuten-Gehstrecke auf 454.9 +/- 54.5M (P < .005) und die Quadrizepskraft auf 404.9 +/- 108.6N (P < .005). Beim BMI konnte kein signifikanter Effekt festgestellt werden (P > .05).

#### Schlussfolgerungen

Bei sesshaften Erwachsenen, die eine stabile chronische Herzinsuffizienz haben, könnte EMS die körperliche Fitness und die funktionelle Leistungsfähigkeit verbessern. EMS kann eine Trainingsalternative für Patienten sein, die nicht fähig sind, konventionellere Formen der körperlichen Betätigung durchzuführen.

2009, P. Banerjee, B. Caulfield, L.Crowe, A. L. Clark.

### Elektromyostimulation (EMS) verbessert die Leistungsfähigkeit und die linksventrikuläre Funktion bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz

#### Untersuchungsziel

Ziel dieser Studie war es, die Wirkung unterschiedlicher Stimulationsstrategien auf wichtige Parameter der körperlichen Belastungstoleranz bei Patienten mit CHF zu untersuchen. Untersuchungsgegenstand der Studie war, den Einfluss verschiedener Stimulationsmöglichkeiten auf wichtige Parameter der körperlichen Belastungstoleranz von Personen mit chronischer Herzinsuffizienz zu untersuchen.

#### Methodik

24 stabile Patienten (NYHA II-III) mit chronischer Herzinsuffizienz wurden für ein EMS-Trainingsprogramm rekrutiert. Zweimal wöchentlich wurde ein EMS-Trainingsprogramm

über 10 Wochen lang durchgeführt. Pro Einheit dauerte das Training 20 Minuten. Für die Untersuchung wurde ein am Markt befindliches EMS-Trainingsgerät genutzt. Die elektrische Stimulation fand gleichzeitig an 8 großen Muskelarealen statt (extensives EMS-Training; 12 Patienten; 9 männlich; mittleres Alter 62,17±12,6 Jahre). Diese Ergebnisse sollten mit einer Gruppe verglichen werden, in der die Patienten limitiert an Gesäß- und Oberschenkelmuskulatur elektrisch stimuliert wurden (limEMS; 12 Patienten; 10 männlich; mittleres Alter 62,17±12,6 Jahre). Es wurden die Auswirkungen auf die Sauerstoffaufnahme, die linksventrikuläre Funktion, die körperliche Belastungstoleranz sowie anerkannte Biomarker der chronischen Herzinsuffizienz untersucht.

#### Ergebnisse

Die Sauerstoffaufnahme an der anaeroben Schwelle stieg signifikant in beiden Gruppen an. Bei der exEMS-Gruppe von 14,7±3,42 auf 19,6±4,5 ml/kg/min (+32,65 %, p<0,001) und bei der limEMS-Gruppe von 13,6±3,0 auf 16,0±3,8 ml/kg/min (+17,6 %, p=0,003). In der exEMS-Gruppe stieg die linksventrikuläre Ejektionsfraktion von 38,42±7,6 auf 45,21±8,6 % (+18,42 %, p=0,001) und in der limEMS-Gruppe 37,1±3,0 auf 39,5±5,3 % (+6,5 %, p=0,27). Die Veränderungen hinsichtlich der Sauerstoffaufnahme und der Ejektionsfraktion waren in der exEMS-Gruppe größer als in der limEMS-Gruppe. Der Unterschied zwischen den Gruppen war nicht signifikant.

PERFUSION, 2013. F. van Buuren, K. P. Mellwig, C. Prinz, T. Kottmann, B. Körber, A. Fründ, L. Faber, N. Bogunovic, J. Dahm, D. Horstkotte, D. Fritzsche.

### Oxygen consumption and muscle fatigue induced by whole-body electromyostimulation compared to equal-duration body weight circuit training

#### Untersuchungsziel

In der Studie sollte untersucht werden, inwiefern ein Training mit WB-EMS (Ganzkörper-EMS) die Muskelermüdung und den Stoffwechselbedarf beeinflusst.

#### Methodik

Insgesamt 10 Personen nahmen an der Studie teil. Eine Experimentalgruppe trainierte mit Ganzkörper-EMS (5 Übungen) und eine Kontrollgruppe führte fünf Körpergewichtsübungen aus. Die Trainingseinheiten umfassten jeweils 15 Minuten, sie basierten auf isometrischen intermittierenden Kontraktionen (6 Kontraktionen mit 4 Sekunden Pause). Es wurden Tests durchgeführt, um die Ermüdung der Muskeln mithilfe der Bestimmung der Kraftabnahme zu messen: Sprung mit Gegenbewegung, isometrischer mittlerer Oberschenkelzug, plyometrischer Liegestütz. Mithilfe einer Messung des Atemgasaustauschs wurde der Energieaufwand und Sauerstoffverbrauch während der Übungen gemessen.

#### Ergebnisse

Bei der Ganzkörper-EMS-Gruppe konnte eine größere Menge an verbrauchter Energie (WB-EMS 470 ± 71 kcal/h; Kontrollgruppe 438 ± 61 kcal/h, p = 0,013) und an verbrauchtem Sauerstoff (WB-EMS 1584 ± 251 ml/min; Kontrollgruppe 1465

± 216 ml/min, p = 0,006) festgestellt werden als bei der Kontrollgruppe. Durch das Ganzkörper-EMS-Training konnte eine Muskelermüdung erzielt werden (alle PRE- vs. POST-Tests p ≤ 0,02), bei der Kontrollgruppe dagegen nicht (alle p > 0,14).

Sport Sciences for Health, 2016, G. Boccia, A. Fornasiero, A. Savoldelli, L. Bortolan, A. Rainoldi, F. Schena & B. Pellegrini.

## HIT und EMS

### Ganzkörper Elektromyostimulation versus HIT-Krafttraining – Einfluss auf Körperzusammensetzung und Muskelkraft

#### Methodik

Der Untersuchungsgegenstand der Studie war der Vergleich der Effekte von WB-EMS (Ganzkörper-EMS) und HIT (High Intensity Training) auf muskuläre Parameter bei gesunden, untrainierten und berufstätigen Männern mittleren Lebensalters. Hierfür wurden 46 Männer im Alter zwischen 30 und 50 Jahren randomisiert einer WB-EMS- und einer HIT-Gruppe zugeteilt. Die Studie ist als Trainingsstudio im Parallelgruppen-Design zu verstehen, die über 16 Wochen lang durchgeführt worden ist.

#### Ergebnisse

In beiden Gruppen veränderte sich die gesamte fettfreie Masse (LBM) in beiden Gruppen (HIT: 1,24±1,40 % vs. WB-EMS: 0,91±1,12 %) signifikant (p≤.003). Dabei konnte zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Auch die abdominale Körperfettmasse (AF) sowie der gesamte Körperfettanteil (TF) reduzierten sich jeweils signifikant in beiden Gruppen (-4,1±7,4 % bis 5,9±6,2 %; p=.031 - p<.001). Auch hier gab es zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede (TF: p=.975; AF: p=499). Bei der dynamischen Maximalkraft der Beinextensoren konnten günstige Veränderungen festgehalten werden (HIT: 13,5±13,9 %, p<.001 vs. WB-EMS: 8,0±10,2 %, p=.008), jedoch keine signifikanten Unterschiede (p=.332) zwischen den Gruppen. Dieser Effekt blieb auch nach Adjustierung auf die grenzwertig (nicht) signifikant unterschiedlichen basalen Werte konsistent (p=.348). Auch die statische Maximalkraft der Rumpfextensoren zeigte keine signifikanten Unterschiede (HIT: 10,4±9,0 %, p<.001 versus 11,7±9,9 %, p<.001) zwischen beiden Gruppen.

2015, W. Kemmler, M. Teschler, A. Weissenfels M. Froehlich, M. Kohl, S. von Stengel.

### Effekte von HIT vs. WB-EMS auf das kardiometabolische Risiko bei untrainierten Männern 30-50 Jahre

#### Untersuchungsziel

Als Ziel der Studie galt es, den Einfluss von HIT (High Intensity Training) und WB-EMS (Ganzkörper-EMS) auf kardiometabolische Risikofaktoren bei untrainierten Männern im

mittleren Lebensalter (30-50 Jahre) zu vergleichen.

#### Methodik

Untrainierte Männer wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe trainierte über 16 Wochen lang (bipolar, 20 min, 85 Hz, 350 µs, intermittierend), die andere Gruppe trainierte ebenfalls 16 Wochen lang mit einem HIT-Training.

#### Ergebnisse

Die Zeiteffektivität zwischen den zwei Gruppen wies im Hinblick auf die Netto-Trainingszeit vergleichbare Ergebnisse (~30min/TE; HIT: 60min/Wo vs. WB-EMS: 30min/ Wo) auf. Das WB-EMS- und auch das HIT-Training wiesen hinsichtlich des MetS-Z-Scores (HIT: p=.031 vs. WB-EMS: p=.001) sowie des abdominalen Fettgehalts (HIT: -4,5±8,1 %, p=.014 vs. WB-EMS: -4,0±5,2 %, p=.002) signifikante Verbesserungen auf (p=.096). Bei der Cholesterin/HDL-C-Rate zeigten sich keine signifikanten Veränderungen zwischen den Gruppen, obwohl dies zunächst angenommen wurde (HIT: -2,7±7,4, p=.216 vs. WB-EMS: -2,2±10,2, p=.441).

#### Fazit

Die Ergebnisse zeigen auf, dass sowohl HIT als auch WB-EMS vergleichbar effektive, sparsame und attraktive Methoden sind, um bei untrainierten Männern im mittleren Lebensalter kardiometabolische Risikofaktoren zu reduzieren. WB-EMS kann als Trainingsvariante angesehen werden, die effektiv, aber hochpreisig und für eine Zielgruppe geeignet sein kann, die geringe zeitliche Ressourcen hat und kein klassisches HIT-Training durchführen kann.

Imp Erlangen, 2016, A. Weissenfels, M. Teschler, S. von Stengel, W. Kemmler, M. Bebenek.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

Einige Studien verweisen auf die Möglichkeit der Reduzierung des Körperfettanteils mithilfe des elektrischen Muskelstimulationstraining. Neben der Verbesserung der körperlichen Fitness und der sportlichen Leistungen kann das EMS-Training auch dabei hilfreich sein, bestimmte diagnostizierte Beschwerden, wie Schmerzen und Verspannungen im Rücken, zu lindern. Auch gegen Inkontinenz kann EMS eingesetzt werden. Das EMS-Training kann außerdem eine Unterstützung auf dem Weg zu einem schmerzfreien Alltag sein - auch bei der Prävention vor solchen Schmerzen. Personen, die bestimmte Erkrankungen haben, wie eine chronische Herzinsuffizienz, Osteoporose oder Sarkopenie, können Forschenden zufolge ebenfalls vom EMS-Training profitieren.

## Reduzierung des Körperfettanteils

### Ganzkörper Elektromyostimulation versus HIT-Krafttraining – Einfluss auf Körperzusammensetzung und Muskelkraft

#### Methodik

Der Untersuchungsgegenstand der Studie war der Vergleich der Effekte von WB-EMS (Ganzkörper-EMS) und HIT (High Intensity Training) auf muskuläre Parameter bei gesunden, untrainierten und berufstätigen Männern mittleren Lebensalters. Hierfür wurden 46 Männer im Alter zwischen 30 und 50 Jahren randomisiert einer WB-EMS- und einer HIT-Gruppe zugeteilt. Die Studie ist als Trainingsstudio im Parallelgruppen-Design zu verstehen, die über 16 Wochen lang durchgeführt worden ist.

#### Ergebnisse

In beiden Gruppen veränderte sich die gesamte fettfreie Masse (LBM) in beiden Gruppen (HIT:  $1,24 \pm 1,40$  % vs. WB-EMS:  $0,91 \pm 1,12$  %) signifikant ( $p \leq 0,003$ ). Dabei konnte zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Auch die abdominale Körperfettmasse (AF) sowie der gesamte Körperfettanteil (TF) reduzierten sich jeweils signifikant in beiden Gruppen ( $-4,1 \pm 7,4$  % bis  $5,9 \pm 6,2$  %;  $p = 0,031$  -  $p < 0,001$ ). Auch hier gab es zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede (TF:  $p = 0,975$ ; AF:  $p = 0,499$ ). Bei der dynamischen Maximalkraft der Beinextensoren konnten günstige Veränderungen festgehalten werden (HIT:  $13,5 \pm 13,9$  %,  $p < 0,001$  vs. WB-EMS:  $8,0 \pm 10,2$  %,  $p = 0,008$ ), jedoch keine signifikanten Unterschiede ( $p = 0,332$ ) zwischen den Gruppen. Dieser Effekt blieb auch nach Adjustierung auf die grenzwertig (nicht) signifikant unterschiedlichen basalen Werte konsistent ( $p = 0,348$ ). Auch die statische Maximalkraft der Rumpfe extensoren zeigte keine signifikanten Unterschiede (HIT:  $10,4 \pm 9,0$  %,  $p < 0,001$  vs.  $11,7 \pm 9,9$  %,  $p < 0,001$ ) zwischen beiden Gruppen.

2015, W. Kemmler, M. Teschler, A. Weissenfels M. Froehlich, M. Kohl, S. von Stengel.

### Elektrische Muskelstimulation als Ganzkörpertraining - Multicenterstudie zum Einsatz von Ganzkörper-EMS im Fitness-Studio

#### Untersuchungsziel

Die Studie untersuchte, ob sich durch das elektrisch stimulierte Ganzkörpertraining positive Veränderungen in Bezug auf Kraft, Rückenschmerzen, Körpergefühl, Anthropometrie, Stimmung, Inkontinenz und allgemeine Gesundheitsfaktoren ergeben.

#### Methodik

Insgesamt 134 Probanden, 102 Frauen und 32 Männer im durchschnittlichen Alter von 42,5 Jahren, wurden vor und nach sechs Wochen Training befragt und getestet. Außerdem wurden sie mit einer Kontrollgruppe, bestehend aus 10 Personen ( $n=10$ ), sowie nach Alter und Geschlecht verglichen. Zweimal pro Woche wurden insgesamt 12 Trainingseinheiten durchgeführt. Die Trainingsparameter setzten sich wie folgt zusammen: Impulsdauer/Pause 4 s/4 s, 85 Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 350  $\mu$ s. Eine Trainingseinheit bestand aus einer 10-15-minütigen Eingewöhnung und einem anschließend 25-minütigen Training mit statischen Übungspositionen. Anschließend wurde ein fünfminütiges Trainingsprogramm mit folgenden Trainingsparametern durchgeführt: Impulsdauer 1 s, Impulspause 1 s, 100 Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 150  $\mu$ s.

#### Ergebnisse

Der BMI und das Körpergewicht blieb bei den Probanden in etwa gleich. Bei den weiblichen Probanden reduzierte sich der Körperumfang an Brust (- 0,7 cm), Oberschenkel (- 0,4 cm), Taille (- 1,4 cm) und Hüfte (- 1,1 cm) signifikant. Bei den männlichen Probanden reduzierte sich der Taillenumfang (- 1,1 cm) bei gleichzeitigen Zuwächsen an Oberarmen (+ 1,5 cm), Brust (+ 1,2 cm) und Oberschenkel (+ 0,3 cm). Bei der Kontrollgruppe konnten keine Verbesserungen festgestellt werden, während die Probanden in der Kontrollgruppe an Hüfte und Taille in dem Zeitraum zugenommen hatten. Darüber hinaus gaben 86,8 % an, positive Körperformungseffekte festzustellen. 90 % empfanden das Training als positiv. 83 % gaben an, weniger verspannt zu sein, 89,1 % verspürten mehr Stabilität. Stärkere Verbesserungen, gerade bei Beschwerdepatienten, wurden bei veränderten Einstellungen in der Höhe und der Intensität festgestellt. Hierbei trat jedoch auch ein stärkerer Muskelkater auf. Universität Bayreuth, 2003, J. Vatter.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

### The effects of neuromuscular electrical stimulation training on abdominal strength, endurance and selected anthropometric measures

#### Untersuchungsziel

Das Ziel war es, den Einfluss einer neuromuskulären Elektrostimulation, die selbst verabreicht wurde, auf Veränderungen der Ausdauer, Kraft, ausgewählter anthropometrischer Maße und die Zufriedenheit und Form, die von den Probanden wahrgenommen wird, der Bauchregion zu untersuchen.

## Methodik

An 5 Tagen pro Woche stimulierten 24 Probanden ihre Bauchmuskeln für 20 bis 40 Minuten pro Sitzung. Die Stimulation erfolgte über einen Zeitraum von 8 Wochen. Auf weitere Sportübungen verzichteten die Probanden in dieser Zeit. 16 weitere Personen wurden einer Kontrollgruppe zugeteilt und verzichteten in dem Zeitraum auf ein Training der Bauchmuskulatur oder ein anderes Training.

## Ergebnisse

Die abdominale Ausdauer der Stimulationsgruppe nahm um 100 % und in der Kontrollgruppe um 28 % zu. Innerhalb der Stimulationsgruppe nahm außerdem die Bauchmuskulaturkraft um 58 % zu, während die Kontrollgruppe hierbei keine Veränderungen zeigte. Der Taillenumfang reduzierte sich innerhalb der Stimulationsgruppe um 3,5 cm. Bei der Kontrollgruppe konnte keine signifikante Veränderung des Taillenumfanges festgestellt werden. Das Gefühl, dass ihre Mittelpartie "fester" und straffer wirkte, hatten alle 24 Probanden der Stimulationsgruppe. Darüber hinaus gaben sie an, eine verbesserte Körperhaltung durch die Stimulation zu bemerken. Innerhalb der Kontrollgruppe gab keiner der Probanden an, solch ein Gefühl zu verspüren. Bezüglich des Körpergewichts, des BMIs und der Hautfaltenstärke konnten in der Stimulations- und in der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. NMES führte in der Studie zu signifikanten Verbesserungen der Ausdauer und Muskelkraft sowie der wahrgenommenen Zufriedenheit und Form der Bauchregion durch die Probanden der Stimulationsgruppe.

2005, J. P. Porcari, J. Miller, K. Cornwell, C. Foster, M. Gibson, K. McLean, T. Kernozek.

## WB-EMS-Training und Cardiometabolisches Risiko bei Frauen 70+. Vorläufige Daten der Formosa-Studie

### Untersuchungsziel

Das Metabolische Syndrom (MetS) umfasst die klinischen Parameter HDL-C, Triglyceride, Nüchternblutglucose, mittlerer arterieller Blutdruck (MAP) sowie Taillenumfang (gemäß der NCEP-ATP III Kriterien (2009)). Ziel der Studie war es herauszufinden, welche positiven Effekte die Ganzkörper-Elektromyostimulation (WB-EMS) auf das MetS hat.

### Methodik

Für die Studie wurden 75 selbstständig lebende Frauen 70+ mit einer sarkopenischen Adipositas rekrutiert und randomisiert einer von drei überwachten Studiengruppen zugeteilt. Die Gruppen führten über sechs Monate hinweg ein Ganzkörper-Elektromyostimulationstraining (WB-EMS-Training) einmal pro Woche für 20 Minuten durch (bipolar, 85 Hz, 350  $\mu$ s., intermittierend 4s Strom - 4s Strompause) mit adjuvanter Proteinzugabe (WB-EMS+P) und ohne adjuvante Proteinzugabe (0.33g/kg/Körpergewicht). Die Kontrollgruppe sollte ihren Lebensstil in dem Untersuchungszeitraum stabil halten.

## Ergebnisse

Die beiden Trainingsgruppen zeigten ähnliche Effekte hinsichtlich des MetS-Z-Scores (WB-EMS+Protein:  $-0,89 \pm 1,1$  vs. WB-EMS:  $-0,46 \pm 1,1$ ;  $p=.49$ ) bei einer vergleichbaren Anwesenheitsrate. Der Effekt zwischen den Gruppen ( $p=.009$ ) ist auf die negativen Trends der Kontrollgruppe zurückzuführen. Die WB-EMS+P-Gruppe und die Kontrollgruppe unterschieden sich signifikant voneinander ( $p=.009$ ), die EMS- und Kontrollgruppe jedoch nicht ( $p=.150$ ). Die Verbesserung des Z-Scores in den beiden Trainingsgruppen lässt sich durch signifikante Veränderungen des Bauchumfangs und des mittleren arteriellen Blutdrucks erklären.

## Fazit

WB-EMS zeigte sich neben der Zeiteffizienz und der gelenkschonenden Durchführung als effektiv, um Risikofaktoren des MetS bei vulnerablen Frauen ab 70 Jahren zu reduzieren.

Imp Erlangen, 2016. M. Teschler, A. Weissenfels, S. von Stengel, M. Bebenek, W. Kemmler.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Einfluss eines adjuvanten EMS -Trainings auf Körperzusammensetzung und kardiale Risikofaktoren bei älteren Männern mit metabolischem Syndrom

### Methodik

Für die Untersuchung wurden 28 Männer ( $69.4 \pm 2.8$  Jahre) mit metabolischem Syndrom (gemäß IDF) randomisiert einer WB-EMS-Gruppe (Ganzkörper-EMS) ( $n=14$ ) oder einer Kontrollgruppe (KG;  $N=14$ ) zugeteilt. Die WB-EMS-Gruppe trainierte 14 Wochen lang an jedem fünften Tag 30 Minuten lang mit einem Ausdauer- und Kraftprogramm unter EMS-Anwendung.

### Ergebnisse

Die abdominale Fettmasse veränderte sich bei hoher Effektstärke ((ES):  $d^{\prime}=1,33$ ) signifikant ( $p=.004$ ) zwischen der WB-EMS- und der Kontrollgruppe ( $-252 \pm 196$  g,  $p=.001$  vs.  $-34 \pm 103$  g,  $p=.330$ ). Die appendikuläre skeletale Muskelmasse veränderte sich ebenfalls signifikant ( $p=.024$ , ES:  $d^{\prime}=.97$ ) zwischen der EMS- und der Kontrollgruppe ( $249 \pm 444$  g,  $p=.066$  vs.  $-298 \pm 638$  g,  $p=.173$ ). Das Gesamtkörperfett verringerte sich in der WB-EMS-Gruppe um  $-1350 \pm 876$  g ( $p=.001$ ) und in der KG um  $-291 \pm 850$  g ( $p=.307$ ) (Unterschied:  $p=.008$ , ES:  $d^{\prime}=1,23$ ). Auch beim Taillenumfang zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ( $p=.023$ , ES:  $d^{\prime}=1,10$ ) (EMS:  $-5,2 \pm 1,8$ ,  $p=.000$  vs. KG:  $-3,3 \pm 2,9$  cm,  $p=.006$ ). Für die weiteren Parametern des Metabolischen Syndroms ergaben sich keine weiteren Effekte.

Die Test II-Studie, Universität Erlangen-Nürnberg, 2009, W. Kemmler, A. Birlauf, S. von Stengel.

## Linderung von Beschwerden

### Rückenschmerzen

#### Elektrische Muskelstimulation als Ganzkörpertraining - Multicenterstudie zum Einsatz von Ganzkörper-EMS im Fitness-Studio

##### Untersuchungsziel

Die Studie untersuchte, ob sich durch das elektrisch stimulierte Ganzkörpertraining positive Veränderungen in Bezug auf Kraft, Rückenschmerzen, Körpergefühl, Anthropometrie, Stimmung, Inkontinenz und allgemeine Gesundheitsfaktoren ergeben.

##### Methodik

Insgesamt 134 Probanden, 102 Frauen und 32 Männer im durchschnittlichen Alter von 42,5 Jahren, wurden vor und nach sechs Wochen Training befragt und getestet. Außerdem wurden sie mit einer Kontrollgruppe, bestehend aus 10 Personen (n=10), sowie nach Alter und Geschlecht verglichen. Zwei Mal pro Woche wurden insgesamt 12 Trainingseinheiten durchgeführt. Die Trainingsparameter setzten sich wie folgt zusammen: Impulsdauer/Pause 4 s/4 s, 85 Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 350µs. Eine Trainingseinheit bestand aus einer 10-15-minütigen Eingewöhnung und einem anschließend 25-minütigen Training mit statischen Übungspositionen. Anschließend wurde ein fünfminütiges Trainingsprogramm mit folgenden Trainingsparametern durchgeführt: Impulsdauer 1 s, Impulspause 1 s, 100Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 150 µs.

##### Ergebnisse

82,3 % der Probanden gaben an, dass sich ihre Rückenschmerzen verbessert hatten und 29,9 %, dass sie nach dem Training beschwerdefrei waren. Vor Beginn der Studie klagten 40,3 % der Probanden über chronische Schmerzen, nach Abschluss waren es 9,3 %. 18 Probanden beendeten das Training vorzeitig. Innerhalb der Kontrollgruppe wurden keine Veränderungen festgestellt.

Den Angaben der Probanden zufolge litten 83,0 % nach Abschluss der Studie unter weniger Verspannungen. 89,1 % gaben an, mehr Stabilität zu spüren und 83,8 % gaben eine höhere Leistungsfähigkeit an. Positive Körperleistungseffekte wurden von 86,8 % der Probanden festgestellt. Insgesamt empfanden 90 % der Probanden das Training als positiv. Stärkere Verbesserungen, gerade bei Beschwerdepatienten, wurden durch die Höhe und Intensitäten festgestellt. Hierbei trat jedoch auch ein stärkerer Muskelkater auf. Innerhalb der Kontrollgruppe wurden keine Veränderungen festgestellt.

Universität Bayreuth, 2003, J. Vatter.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Ganzkörper-Elektromuskelstimulation (Ems-Training) gegen Rückenbeschwerden

### Methodik

An der Studie nahmen freiwillig 49 Bedienstete der Universität Bayreuth teil, 31 Frauen und 18 Männer mit einem Durchschnittsalter von 47 Jahren, die angaben, Rückenbeschwerden zu haben. Im Zuge der Studie wurde die Intensität und Häufigkeit der Rückenbeschwerden und der allgemeine Beschwerdezustand bestimmt, sowie die Stimmung, Vitalität, Körperformung und -stabilität. Zwei Mal pro Woche wurden insgesamt 10 EMS-Trainingseinheiten von je 45 Minuten durchgeführt.

### Ergebnisse

88,7 % der Probanden gaben an, dass sich ihre Rückenschmerzen nach Abschluss der Studie reduziert hatten. 38,8 % gaben an, eine starke Minderung der Rückenbeschwerden zu verspüren. Den Angaben der Probanden zufolge verbesserte sich der Beschwerdestatus bei 41,9 % leicht und die Intensität und Häufigkeit der Beschwerden verringerte sich deutlich. Außerdem gaben 61,4 % der Probanden an, dass sich ihr allgemeiner Beschwerdezustand verbessert hatte. Eine verbesserte Stimmung stellten 75,5 % fest, eine gestiegene Vitalität 69,4 %, positive Körperleistungseffekte 50 % und eine gefühlte Entspannung nach dem Training 75,5 %. Eine Verbesserung der Körperstabilität gaben 85,7 % der weiblichen und 57,1 % der männlichen Probanden an. Universität Bayreuth, 2002, W.-U. Boeckh-Behrens, N. Grützmaier, J. Sebelefsky.

## Inkontinenz

#### Elektrische Muskelstimulation als Ganzkörpertraining - Multicenterstudie zum Einsatz von Ganzkörper-EMS im Fitness-Studio

##### Untersuchungsziel

Die Studie untersuchte, ob sich durch das elektrisch stimulierte Ganzkörpertraining positive Veränderungen in Bezug auf Kraft, Rückenschmerzen, Körpergefühl, Anthropometrie, Stimmung, Inkontinenz und allgemeine Gesundheitsfaktoren ergeben.

##### Methodik

Insgesamt 134 Probanden, 102 Frauen und 32 Männer im durchschnittlichen Alter von 42,5 Jahren, wurden vor und nach sechs Wochen Training befragt und getestet. Außerdem wurden sie mit einer Kontrollgruppe, bestehend aus 10 Personen (n=10), sowie nach Alter und Geschlecht verglichen. Zwei Mal pro Woche wurden insgesamt 12 Trainingseinheiten durchgeführt. Die Trainingsparameter setzten sich wie folgt zusammen: Impulsdauer/Pause 4 s/4 s, 85 Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 350 µs. Eine Trainingseinheit bestand aus einer 10-15-minütigen Eingewöhnung und einem anschließend 25-minütigen Training mit statischen Übungspositionen. Anschließend wurde ein fünfminütiges

Trainingsprogramm mit folgenden Trainingsparametern durchgeführt: Impulsdauer 1 s, Impulspause 1 s, 100Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 150 µs.

### Ergebnisse

75,8 % der Probanden gaben an, eine Verbesserung der Inkontinenz festzustellen. 33,3 % waren laut Angabe danach beschwerdefrei. In der Kontrollgruppe wurden keine Veränderungen festgestellt.

Universität Bayreuth, 2003, J. Vatter.

Das verwendete EMS-Programm entspricht dem Kraftprogramm von Antelope.

## Elektromuskelstimulation (EMS) der gesamten Körpermuskulatur – eine innovative Methode zur Linderung der Harninkontinenz

### Methodik

An der Studie nahmen 49 Personen mit Rückenbeschwerden teil, bei denen im Zuge der Studie das Vorliegen, die Art und die Intensität von Inkontinenzbeschwerden festgestellt wurde. Es konnte ermittelt werden, dass bei 17 Personen, 15 Männer und 2 Frauen, mit einem Durchschnittsalter von 47 Jahren, eine zumeist leichte bis mittlere Form von Harninkontinenz vorlag. Zweimal wöchentlich wurden insgesamt 10 EMS-Trainingseinheiten je 45 Minuten durchgeführt. Die Trainingseinheiten setzten sich aus den folgenden Trainingsparametern zusammen: Impulsdauer 4 s, Impulspause 2 s, Frequenz 80 Hz, Anstiegszeit 0 s, Impulsbreite 350 µs. Eine Trainingseinheit hatte eine Dauer von circa 25 Minuten, zuvor gab es jeweils eine 10-15-minütige Gewöhnungszeit, in der die individuelle Impulsstärke eingestellt wurde. Während der Trainingszeit wurden verschiedene statische Übungspositionen durchgeführt. Im Anschluss folgte ein fünfminütiges Programm zur Entspannung (Impulsdauer 1 s, Impulspause 1 s, Frequenz 100 Hz, Anstiegszeit 0 s, Impulsbreite 150 µs).

### Ergebnisse

Eine Linderung der Harninkontinenzbeschwerden gaben 64,7 % der Betroffenen an, eine Beschwerdefreiheit 23,5 %. Eine Verringerung der Beschwerden gaben 24,4 % an. 35,9 % stellten keine Veränderung fest.

Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Bayreuth, 2002, W.-U. Boeckh-Behrens, G. Schäffer.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Unterstützung bei Krankheiten

### Übergewicht

## Effect of percutaneous electrical muscle stimulation on postprandial hyperglycemia in type 2 diabetes

### Untersuchungsziel

Mithilfe der Studie sollte untersucht werden, ob die perkutane elektrische Muskelstimulation (EMS) die postprandiale Hyperglykämie bei Personen mit Typ-2-Diabetes abschwächt.

### Methodik

An zwei experimentellen Sitzungen nahmen insgesamt elf Patienten mit Typ-2-Diabetes teil. Eine Sitzung bestand aus einer 30-minütigen elektrischen Muskelstimulation nach dem Frühstück (EMS-Gruppe) und die andere Sitzung aus einer vollständigen Ruhephase nach dem Frühstück (Kontroll-Gruppe). In beiden Gruppen wurde vor der Mahlzeit Blut entnommen, sowie 30, 60, 90 sowie 120 Minuten nach dem Frühstück.

### Ergebnisse

In der EMS-Gruppe war der postprandiale Glukosespiegel 60, 90 und 120 Minuten nach der Mahlzeit signifikant gesenkt ( $p < 0,05$ ), genauso wie die C-Peptid-Konzentration ( $p < 0,01$ ). In keiner der beiden Gruppen war die Konzentration der Kreatinphosphokinase (CPK) signifikant erhöht.

### Fazit

Die Ergebnisse lassen erstmals annehmen, dass die elektrische Muskelstimulation eine neue Trainingsmethode zur Behandlung von postprandialer Hyperglykämie bei Personen mit Typ-2-Diabetes sein kann. Dies könnte insbesondere für Personen relevant sein, die sich aufgrund von Übergewicht, orthopädischen Erkrankungen oder schweren diabetischen Komplikationen freiwillig nicht ausreichend bewegen können.

2012, T. Miyamoto, K. Fukudab, T. Kimurac, Y. Matsubarab, K. Tsudaa, T. Moritania.

## Metabolisches Syndrom

## Einfluss eines adjuvanten EMS-Trainings auf Körperzusammensetzung und kardiale Risikofaktoren bei älteren Männern mit Metabolischem Syndrom

### Methodik

Für die Untersuchung wurden 28 Männer ( $69.4 \pm 2.8$  Jahre) mit Metabolischem Syndrom (gemäß IDF) randomisiert einer Ganzkörper-EMS Gruppe ( $n=14$ ) oder einer Kontrollgruppe (KG;  $n=14$ ) zugeteilt. Die WB-EMS-Gruppe trainierte 14 Wochen lang an jedem fünften Tag 30 Minuten lang mit einem Ausdauer- und Kraftprogramm unter EMS-Anwendung.

### Ergebnisse

Die abdominale Fettmasse veränderte sich bei hoher Effektstärke (ES:  $d = 1,33$ ) signifikant ( $p = 0,004$ ) zwischen der WB-EMS- und der Kontrollgruppe ( $-252 \pm 196$  g,  $p = 0,001$  vs.  $-34 \pm 103$  g,  $p = 0,330$ ). Die appendikuläre skelettale Muskelmasse veränderte sich ebenfalls signifikant ( $p = 0,024$ , ES:  $d = 0,97$ ) zwi-

schen der EMS- und der Kontrollgruppe ( $249 \pm 444$  g,  $p=,066$  vs.  $-298 \pm 638$  g,  $p=,173$ ). Das Gesamtkörperfett verringerte sich in der WB-EMS-Gruppe um  $-1350 \pm 876$  g ( $p=,001$ ) und in der KG um  $-291 \pm 850$  g ( $p=,307$ ) (Unterschied:  $p=,008$ , ES:  $d^{\wedge}=1,23$ ). Auch beim Taillenumfang zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ( $p=,023$ , ES:  $d^{\wedge}=1,10$ ) (EMS:  $-5,2 \pm 1,8$ ,  $p=,000$  vs. KG:  $-3,3 \pm 2,9$  cm,  $p=,006$ ). Für die weiteren Parameter des Metabolischen Syndroms ergaben sich keine weiteren Effekte.

Die Test II-Studie, Universität Erlangen-Nürnberg, 2009, W. Kemmler, A. Birlauf, S. von Stengel.

## Effekte von HIT vs. WB-EMS auf das kardiometabolische Risiko bei untrainierten Männern 30-50 Jahre

### Untersuchungsziel

Als Ziel der Studie galt es, den Einfluss von HIT (High Intensity Training) und WB-EMS (Ganzkörper-EMS) auf kardiometabolische Risikofaktoren bei untrainierten Männern im mittleren Lebensalter (30-50 Jahre) zu vergleichen.

### Methodik

Untrainierte Männer wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe trainierte über 16 Wochen lang (bipolar, 20 min, 85 Hz, 350  $\mu$ s, intermittierend), die andere Gruppe trainierte ebenfalls 16 Wochen lang mit einem HIT-Training.

### Ergebnisse

Die Zeiteffektivität zwischen den zwei Gruppen wies im Hinblick auf die Netto-Trainingszeit vergleichbare Ergebnisse ( $\sim 30$ min/TE; HIT: 60min/Wo vs. WB-EMS: 30min/Wo) auf. Das WB-EMS- und auch das HIT-Training wiesen hinsichtlich des MetS-Z-Scores (HIT:  $p=,031$  vs. WB-EMS:  $p=,001$ ) sowie des abdominalen Fettgehalts (HIT:  $-4,5 \pm 8,1$  %,  $p=,014$  vs. WB-EMS:  $-4,0 \pm 5,2$  %,  $p=,002$ ) signifikante Verbesserungen auf ( $p=,096$ ). Bei der Cholesterin/HDL-C-Rate zeigten sich keine signifikanten Veränderungen zwischen den Gruppen, obwohl dies zunächst angenommen wurde (HIT:  $-2,7 \pm 7,4$ ,  $p=,216$  vs. WB-EMS:  $-2,2 \pm 10,2$ ,  $p=,441$ ).

### Fazit

Die Ergebnisse zeigen auf, dass sowohl HIT als auch WB-EMS vergleichbar effektive, sparsame und attraktive Methoden sein können, um bei untrainierten Männern im mittleren Lebensalter kardiometabolische Risikofaktoren zu reduzieren. WB-EMS kann als Trainingsvariante angesehen werden, die effektiv, aber hochpreisig und für eine Zielgruppe geeignet sein kann, die geringe zeitliche Ressourcen hat und kein klassisches HIT-Training durchführen kann.

Imp Erlangen, 2016, A. Weissenfels, M. Teschler, S. von Stengel, W. Kemmler, M. Bebenek.

Das verwendete EMS-Programm entspricht dem Kraftprogramm von Antelope.

## WB-EMS-Training und kardiometabolisches Risiko bei Frauen 70+. Vorläufige Daten der Formosa-Studie

### Untersuchungsziel

Das Metabolische Syndrom (MetS) umfasst die klinischen Parameter HDL-C, Triglyceride, Nüchternblutglucose, mittlerer arterieller Blutdruck (MAP) sowie Taillenumfang (gemäß der NCEP-ATP III Kriterien (2009)). Ziel der Studie war es herauszufinden, welche positiven Effekte die Ganzkörper-Elektromyostimulation (WB-EMS) auf das MetS hat.

### Methodik

Für die Studie wurden 75 selbstständig lebende Frauen 70+ mit einer sarkopenischen Adipositas rekrutiert und randomisiert einer von drei überwachten Studiengruppen zugeteilt. Die Gruppen führten über sechs Monate hinweg einmal pro Woche für 20 Minuten ein Ganzkörper-Elektromyostimulationstraining (WB-EMS-Training) (bipolar, 85 Hz, 350  $\mu$ s, intermittierend 4s Strom-4s Strompause) mit adjuvanter Proteinzugabe (WB-EMS+P) und ohne adjuvante Proteinzugabe (0.33g/kg/Körpergewicht) durch. Die Kontrollgruppe sollte ihren Lebensstil in dem Untersuchungszeitraum stabil halten.

### Ergebnisse

Die beiden Trainingsgruppen zeigten ähnliche Effekte hinsichtlich des MetS-Z-Scores (WB-EMS+Protein:  $-0,89 \pm 1,1$  vs. WB-EMS:  $-0,46 \pm 1,1$ ;  $p=,49$ ) bei einer vergleichbaren Anwesenheitsrate. Der Effekt zwischen den Gruppen ( $p=,009$ ) ist auf die negativen Trends der Kontrollgruppe zurückzuführen. Die WB-EMS+P-Gruppe und die Kontrollgruppe unterschieden sich signifikant voneinander ( $p=,009$ ), die EMS- und Kontrollgruppe jedoch nicht ( $p=,150$ ). Die Verbesserung des Z-Scores in den beiden Trainingsgruppen lässt sich durch signifikante Veränderungen des Bauchumfangs und des mittleren arteriellen Blutdrucks erklären.

### Fazit

WB-EMS zeigte sich neben der Zeiteffizienz und der gelenkschonenden Durchführung als effektiv, um Risikofaktoren des Metabolischen Syndroms bei vulnerablen Frauen ab 70 Jahren zu reduzieren.

Imp Erlangen, 2016, M. Teschler, A. Weissenfels, S. von Stengel, M. Bebenek, W. Kemmler.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Chronische Herzinsuffizienz

### Elektromyostimulation (EMS) verbessert die Leistungsfähigkeit und die linksventrikuläre Funktion bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz

#### Untersuchungsziel

Ziel dieser Studie war es, die Wirkung unterschiedlicher Stimulationsstrategien auf wichtige Parameter der körperlichen Belastungstoleranz bei Patienten mit CHF zu untersuchen. Untersuchungsgegenstand war, den Einfluss verschiedener Stimulationsmöglichkeiten auf wichtige Parameter der körperlichen Belastungstoleranz von Personen mit chronischer Herzinsuffizienz zu untersuchen.

#### Methodik

24 stabile Patienten (NYHA II-III) mit chronischer Herzinsuffizienz wurden für ein EMS-Trainingsprogramm rekrutiert. Zweimal wöchentlich wurde ein EMS-Trainingsprogramm über 10 Wochen lang durchgeführt. Pro Einheit dauerte das Training 20 Minuten. Für die Untersuchung wurde ein am Markt befindliches EMS-Trainingsgerät genutzt. Die elektrische Stimulation fand gleichzeitig an 8 großen Muskelarealen statt (extensives EMS-Training; 12 Patienten; 9 männlich; mittleres Alter 62,17 ± 12,6 Jahre). Diese Ergebnisse sollten mit einer Gruppe verglichen werden, in der die Patienten limitiert an Gesäß- und Oberschenkelmuskulatur elektrisch stimuliert wurden (limEMS; 12 Patienten; 10 männlich; mittleres Alter 62,17 ± 12,6 Jahre). Es wurden die Auswirkungen auf die Sauerstoffaufnahme, die linksventrikuläre Funktion, die körperliche Belastungstoleranz sowie anerkannte Biomarker der chronischen Herzinsuffizienz untersucht. Verwendet wurde das Stimulationssystem Miha-Bodytec.

#### Ergebnisse

Die Sauerstoffaufnahme an der anaeroben Schwelle stieg signifikant in beiden Gruppen an. Bei der exEMS-Gruppe von 14,7 ± 3,42 auf 19,6 ± 4,5 ml/kg/min (+32,65 %, p<0,001) und bei der limEMS-Gruppe von 13,6 ± 3,0 auf 16,0 ± 3,8 ml/kg/min (+17,6 %, p=0,003). In der exEMS-Gruppe stieg die linksventrikuläre Ejektionsfraktion von 38,42 ± 7,6 auf 45,21 ± 8,6 % (+18,42 %, p=0,001) und in der limEMS-Gruppe 37,1 ± 3,0 auf 39,5 ± 5,3 % (+6,5 %, p=0,27). Die Veränderungen hinsichtlich der Sauerstoffaufnahme und der Ejektionsfraktion waren in der exEMS-Gruppe größer als in der limEMS-Gruppe. Der Unterschied zwischen den Gruppen war nicht signifikant.

PERFUSION, 2013. F, van Buuren, K. P. Mellwig, C. Prinz, T. Kottmann, B. Körber, A. Fründ, L. Faber, N. Bogunovic, J. Dahm, D. Horstkotte, D. Fritzsche.

### Prolonged Electrical Muscle Stimulation Exercise Improves Strength, Peak VO<sub>2</sub>, and Exercise Capacity in Patients with Stable Chronic Heart Failure

#### Untersuchungsziel

Die Studie sollte herausfinden, welche Wirkungen ein Training mit elektrischer Muskelstimulation auf Patienten mit

stabiler chronischer Herzinsuffizienz hat.

#### Methodik

10 Patienten wurden für eine Crossover-Studie nach dem Zufallsprinzip entweder einem 8-wöchigen Trainingsprogramm oder einer gewohnten Aktivität zugeteilt (9 Männer, Alter 66 +/- 6,5 Jahre).

#### Ergebnisse

Die Mittelwerte des maximalen Sauerstoffverbrauchs, die 6-Minuten-Gehstrecke, die Quadrizepskraft und der Body-Mass-Index lagen zu Beginn der Studie bei 19.5 +/- 3.5 mL x kg x min, 415.1 +/- 56.6m, 377.9 +/- 110.4N beziehungsweise 27.9 +/- 3.1 kg/m(2). Nach Abschluss des Trainingsprogramms war der Spitzenwert des maximalen Sauerstoffverbrauchs auf 21.2 +/- 5.1 mL x kg x min (P < .05) gestiegen, die 6-Minuten-Gehstrecke auf 454.9 +/- 54.5M (P < .005) und die Quadrizepskraft auf 404.9 +/- 108.6N (P < .005). Beim BMI konnte kein signifikanter Effekt festgestellt werden (P > .05).

#### Schlussfolgerungen

Bei sesshaften Erwachsenen, die eine stabile chronische Herzinsuffizienz haben, kann EMS die körperliche Fitness und die funktionelle Leistungsfähigkeit verbessern. Das EMS-Training kann eine Trainingsalternative für Patienten sein, die nicht fähig sind, konventionellere Formen der körperlichen Betätigung durchzuführen.

2009, P. Banerjee, B. Caulfield, L.Crowe, A. L. Clark.

## Typ-2-Diabetes

### Effect of percutaneous electrical muscle stimulation on postprandial hyperglycemia in type 2 diabetes

#### Untersuchungsziel

Mithilfe der Studie sollte untersucht werden, ob die perkutane elektrische Muskelstimulation (EMS) die postprandiale Hyperglykämie bei Personen mit Typ-2-Diabetes abschwächt.

#### Methodik

An zwei experimentellen Sitzungen nahmen insgesamt elf Patienten mit Typ-2-Diabetes teil. Eine Sitzung bestand aus einer 30-minütigen elektrischen Muskelstimulation nach dem Frühstück (EMS-Gruppe), die andere Sitzung aus einer vollständigen Ruhephase nach dem Frühstück (Kontroll-Gruppe). In beiden Gruppen wurde vor der Mahlzeit Blut entnommen, sowie 30, 60, 90 sowie 120 Minuten nach dem Frühstück.

#### Ergebnisse

In der EMS-Gruppe war der postprandiale Glukosespiegel 60, 90 und 120 Minuten nach der Mahlzeit signifikant gesenkt

( $p < 0,05$ ), genauso wie die C-Peptid-Konzentration ( $p < 0,01$ ). In keiner der beiden Gruppen war die Konzentration der Kreatinphosphokinase (CPK) signifikant erhöht.

### Schlussfolgerung

Die Ergebnisse lassen erstmals annehmen, dass die elektrische Muskelstimulation eine neue Trainingsmethode zur Behandlung von postprandialer Hyperglykämie bei Personen mit Typ-2-Diabetes sein kann. Dies könnte insbesondere für Personen relevant sein, die sich aufgrund von Übergewicht, orthopädischen Erkrankungen oder schweren diabetischen Komplikationen freiwillig nicht ausreichend bewegen können. 2012, T. Miyamoto, K. Fukudab, T. Kimurac, Y. Matsubarab, K. Tsudaa, T. Moritania.

## Fit im Alter

### The effects of whole-body muscle stimulation on body composition and strength parameters: A protocol for systematic review and meta-analysis

#### Untersuchungsziel

Der Einfluss der Ganzkörper-Elektromyostimulation auf die Körperzusammensetzung sowie die Kraft innerhalb der erwachsenen Beziehung wurde analysiert.

#### Methodik

Die Analyse umfasst klinische randomisierte Studien. Innerhalb der Interventionsgruppen mussten alle Probanden die gleichen Übungen mit einem Ganzkörper-Elektrostimulationsanzug absolvieren. Es sollten Daten von erwachsenden Probanden, die keine vorherigen Erfahrungen mit Ganzkörper-EMS hatten, berücksichtigt werden. Primäre Endpunkte dieser Studie sind die Muskelmasse oder fettfreie Masse sowie der prozentuale Anteil der Fettmenge oder Fettmasse. Sekundäre Endpunkte sind die Muskel- und Maximalkraft.

#### Ergebnisse

Die Körperzusammensetzung bei Frauen (vor und nach der Menopause) sowie bei trainierten Probanden konnte durch Ganzkörper-Elektromyostimulation wirksam verändert werden. Frühere Studien haben darüber hinaus eine Steigerung der Leistung und Kraft bei älteren Menschen sowie bei professionellen Athleten feststellen können. Jedoch wurde in keiner systematischen Untersuchung der Einfluss auf beide Variablen bei beiden Anwendern untersucht.

2021, L. Rodriguez-Santana, J. C. Adsudar, G. Louro, J. Perez-Gomez.

## Osteoporose

### EMS Training bei Osteoporose

#### Methodik

In einer randomisierten und prospektiven Studie führten

30 Probanden mit Osteoporose über 4 Monate lang konsequent ein Training durch. Eine Gruppe (Gruppe A;  $n=10$ ) trainierte mit dem Programm "Rückenschule", eine zweite Gruppe (Gruppe B;  $n=10$ ) mit einem herkömmlichen Gerätetraining und eine dritte Gruppe (Gruppe C;  $n=10$ ) trainierte ausschließlich mit einem EMS-Ganzkörpertraining. Während der Trainingsdauer wurde die Begleitmedikation nicht modifiziert.

#### Ergebnisse

Zum Ende der Studie zeigten sich Verbesserungen bei der Knochendichtemessung sowie bei der physischen Belastbarkeit. Diese Verbesserungen waren jedoch nur in Gruppe C (EMS-Training) signifikant.

Diplomarbeit an der Deutschen Hochschule für Körperkultur und Sport, in Zusammenarbeit mit MedandSports, 2009, Th. Walluseck.

## Sarkopenie

### 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

#### Untersuchungsziel

In der Studie wurde untersucht, welche Wirkung ein Ganzkörper-Elektromyostimulationstraining (WB-EMS) auf die appendikuläre Muskelmasse und auf die abdominale Fettmasse hat. Untersucht wurden Personen mit spezifischem Risiko für Sarkopenie und abdominaler Adipositas, die nicht bereit oder in der Lage sind, herkömmlich zu trainieren.

#### Methoden

Insgesamt wurden 46 Probandinnen für die Studie rekrutiert. Jene Probandinnen waren schlanke, unспортliche Frauen, die weniger als 60 Minuten Sport pro Woche ausübten und bei denen gemäß der Kriterien der International Diabetes Federation eine abdominale Adipositas vorliegt. Per Zufallsprinzip wurden 23 Probandinnen einer WB-EMS-Gruppe zugeteilt, die 18 Minuten lang bipolare, intermittierende WB-EMS (85 Hz) innerhalb von 14 Tagen in drei Sitzungen durchführten. Die restlichen 23 Personen wurden einer Kontrollgruppe zugeteilt. Gemessen wurden die appendikuläre Muskelmasse, die Muskelmasse der Oberschenkel, das Bauchfett und die Fettmasse der Oberschenkel. Mit Kraftmessplatten wurde die Maximalkraft der Beinstrecker isometrisch bestimmt.

#### Ergebnisse

Es konnten nach 12 Monaten signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen für die primären Endpunkte der appendikulären Muskelmasse ( $0,5 \% \pm 2,0 \%$  für die WB-EMS-Gruppe gegenüber  $-0,8 \% \pm 2,0 \%$  für die Kontrollgruppe,  $P=0,025$ ) und der abdominalen Fettmasse ( $-1,2 \% \pm 5,9 \%$  für die WB-EMS-Gruppe gegenüber  $2,4 \% \pm 5,8 \%$  für die Kontrollgruppe,  $P=0,038$ ) festgehalten werden. Die Muskelmasse der Oberschenkel der Probandinnen der WB-EMS-Gruppe veränderte sich positiv ( $0,5 \% \pm 2,5 \%$  gegenüber  $-0,9 \% \pm 1,9$

% in der Kontrollgruppe,  $P=0,033$ ). Die Fettmasse der Oberschenkel veränderte sich grenzwertig nicht signifikant ( $-0,8\% \pm 3,5\%$  in der WB-EMS-Gruppe gegenüber  $1,0\% \pm 2,6\%$  in der Kontrollgruppe,  $P=0,050$ ). Die funktionellen Parameter der Kraft der Beinstrecker veränderten sich signifikant, in der WB-EMS-Gruppe dabei am günstigsten ( $9,1\% \pm 11,2\%$  gegenüber  $1,0\% \pm 8,1\%$  in der Kontrollgruppe,  $P=0,010$ ).

### Schlussfolgerung

In der Studie konnten insgesamt positive Auswirkungen von WB-EMS auf die Parameter der Sarkopenie und der regionalen Fettansammlung erzielt werden. Weil WB-EMS bei den nicht-sportlichen, älteren Probandinnen mit einem Risiko für Sarkopenie und abdominaler Adipositas gut angenommen wurde, könnte WB-EMS bei Personen, die nicht konventionell trainieren können oder wollen, eine weniger abschreckende Alternative zur Beeinflussung der appendikulären Muskelmasse und der abdominalen Fettmasse sein.

Clinical Interventions in Aging, 2013, W. Kemmler, S. von Stengel.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

### Ganzkörper-Elektromyostimulation zur Prävention der Sarkopenie bei einem älteren Risikokollektiv

#### Untersuchungsziel

Als Ziel der Studie galt es, den Einfluss von Ganzkörper-Elektromyostimulation (WB-EMS) auf die Parameter der Körperzusammensetzung und Sarkopenie bei Frauen ab 70 Jahren zu untersuchen.

#### Methoden

Insgesamt 76 Frauen mit Osteopenie, sportlich inaktiv, schlank und über 70 Jahre alt, wurden randomisiert eine WB-EMS-Gruppe ( $n=38$ ) oder einer aktiven Kontrollgruppe (aKG;  $n=38$ ) zugeteilt. Über 54 Wochen führte die WB-EMS Gruppe 1,5 Mal pro Woche ein 20-minütiges leichtes "Bewegungsprogramm" mit EMS-Anwendung durch. Die Kontrollgruppe führte (2 mal 10 Wochen, 1 mal 60 min/Woche) ein leichtes Funktionstraining mit ähnlichen Übungen aus. Die regionale sowie die gesamte fettfreie Körpermasse bildeten die primären Endpunkte der Studie.

#### Ergebnisse

Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen wurden hinsichtlich der appendikulären skelettalen Muskelmasse (ASSM: WB-EMS:  $62 \pm 346$  g vs. aKG:  $-233 \pm 475$  g), der fettfreien Körpermasse (LBM: WB-EMS:  $273 \pm 589$  g vs. aKG:  $-296 \pm 977$  g) und der Muskelmasse der Oberschenkel-ROI (WB-EMS:  $39 \pm 223$  g vs. aKG:  $-136 \pm 237$  g) festgestellt ( $p = 0,005 - 0,008$ ; ES:  $d = 0,71 - 0,76$ ). Auch die Beinkraft wies signifikant positive Effekte ( $p = 0,003$ , ES:  $d = 0,97$ ) in der WB-EMS-Gruppe auf. Für die Körperfettmasse, die appendikuläre Fettmasse und die Fettmasse der Oberschenkel-ROI (sekundäre Studienendpunkte) wurden keine wesentlichen Unterschiede festgehalten ( $p = 0,459 - 0,865$ ; ES:  $d = 0,05 -$

$0,15$ ). Im Zuge der Studie konnte anhand der Drop-out- und Anwesenheitsraten eine hohe Akzeptanz der WB-EMS-Trainings verzeichnet werden.

Die TEST-III Studie, Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 2012, W. Kemmler, K. Engelke, S. von Stengel.

### Review of the evidence on the use of electrical muscle stimulation to treat sarcopenia

#### Untersuchungsziel

Die Review sollte einen detaillierten Überblick darüber geben, inwiefern durch EMS physiologische Veränderungen eintreten können. Ausgangspunkt für diese Review ist, dass EMS nachweislich die Muskelkraft und -masse verbessert beziehungsweise erhöht. Deshalb kann angenommen werden, dass EMS auch zur Behandlung von Sarkopenie eingesetzt werden kann. Für den Überblick wurden lediglich klinische und experimentelle Humanstudien als Referenzartikeln gewählt.

#### Fazit

Die hochfrequente elektrische Stimulation scheint primär Auswirkungen auf die Zunahme der Muskelmasse zu haben. Die niedrigfrequente elektrische Stimulation dagegen scheint eine Zunahme der Muskelmasse zu begünstigen. Die Verbesserungen in der oxidativen enzymatischen Aktivität und der Glukoseaufnahme sowie Veränderungen in der Zusammensetzung der Muskelfasern werden scheinbar durch EMS gefördert.

2016, M.M. Nishida, T. Tsuboyama, T. Moritanib, H. Arai.

### Inkontinenz

#### Elektrische Muskelstimulation als Ganzkörpertraining - Multicenterstudie zum Einsatz von Ganzkörper-EMS im Fitness-Studio

#### Untersuchungsziel

Die Studie untersuchte, ob sich durch das elektrisch stimulierte Ganzkörpertraining positive Veränderungen in Bezug auf Kraft, Rückenschmerzen, Körpergefühl, Anthropometrie, Stimmung, Inkontinenz und allgemeine Gesundheitsfaktoren ergeben.

#### Methodik

Insgesamt 134 Probanden, 102 Frauen und 32 Männer im durchschnittlichen Alter von 42,5 Jahren, wurden vor und nach sechs Wochen Training befragt und getestet. Außerdem wurden sie mit einer Kontrollgruppe, bestehend aus 10 Personen ( $n=10$ ), sowie nach Alter und Geschlecht verglichen. Zweimal pro Woche wurden insgesamt 12 Trainingseinheiten durchgeführt. Die Trainingsparameter setzten sich wie folgt zusammen: Impulsdauer/Pause  $4 \text{ s}/4 \text{ s}$ , 85 Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite  $350 \mu\text{s}$ . Eine Trainingsein-

heit bestand aus einer 10-15-minütigen Eingewöhnung und einem anschließend 25-minütigen Training mit statischen Übungspositionen. Anschließend wurde ein fünfminütiges Trainingsprogramm durchgeführt mit folgenden Trainingsparametern: (Impulsdauer 1 s, Impulspause 1 s, 100Hz, Rechteckimpulse, Impulsbreite 150 µs).

### Ergebnisse

75,8 % gaben an, eine Verbesserung der Inkontinenz festzustellen. 33,3 % waren laut Angabe danach beschwerdefrei. In der Kontrollgruppe wurden keine Veränderungen festgestellt.

Universität Bayreuth, 2003, J. Vatter.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## Elektromuskelstimulation (EMS) der gesamten Körpermuskulatur – eine innovative Methode zur Linderung der Harninkontinenz

### Methodik

An der Studie nahmen 49 Personen mit Rückenbeschwerden teil, bei denen im Zuge der Studie das Vorliegen, die Art und die Intensität von Inkontinenzbeschwerden festgestellt wurde. Es konnte ermittelt werden, dass bei 17 Personen, 15 Männer und 2 Frauen, mit einem Durchschnittsalter von 47 Jahren, eine zumeist leichte bis mittlere Form von Harninkontinenz vorlag. Zweimal wöchentlich wurden insgesamt 10 EMS-Trainingseinheiten je 45 Minuten durchgeführt. Die Trainingseinheiten setzten sich aus den folgenden Trainingsparametern zusammen: Impulsdauer 4 s, Impulspause 2 s, Frequenz 80 Hz, Anstiegszeit 0 s, Impulsbreite 350 µs. Eine Trainingseinheit hatte eine Dauer von circa 25 Minuten, zuvor gab es jeweils eine 10-15-minütige Gewöhnungszeit, in der die individuelle Impulsstärke eingestellt wurde. Während der Trainingszeit wurden verschiedene statische Übungspositionen durchgeführt. Im Anschluss folgte ein fünfminütiges Programm zur Entspannung (Impulsdauer 1 s, Impulspause 1 s, Frequenz 100 Hz, Anstiegszeit 0 s, Impulsbreite 150 µs).

### Ergebnisse

Eine Linderung der Harninkontinenzbeschwerden gaben 64,7 % der Betroffenen an, eine Beschwerdefreiheit 23,5 %. Eine Verringerung der Beschwerden gaben 24,4 % an. 35,9 % stellten keine Veränderung fest.

Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Bayreuth, 2002, W.-U. Boeckh-Behrens, G. Schäffer.

## Metabolisches Syndrom

### Einfluss eines adjuvanten EMS-Trainings auf Körperzusammensetzung und kardiale Risikofaktoren bei älteren Männern mit Metabolischem Syndrom

### Methodik

Für die Untersuchung wurden 28 Männer ( $69.4 \pm 2.8$  Jahre) mit Metabolischem Syndrom (gemäß IDF) randomisiert entweder einer WB-EMS-Gruppe (Ganzkörper-EMS Gruppe) ( $n=14$ ) oder einer Kontrollgruppe (KG;  $N=14$ ) zugeteilt. Die WB-EMS-Gruppe trainierte 14 Wochen lang an jedem fünften Tag 30 Minuten lang mit einem Ausdauer- und Kraftprogramm unter EMS-Anwendung.

### Ergebnisse

Die abdominale Fettmasse veränderte sich bei hoher Effektstärke ((ES):  $d = 1,33$ ) signifikant ( $p = .004$ ) zwischen der WB-EMS- und der Kontrollgruppe ( $-252 \pm 196$  g,  $p = .001$  vs.  $-34 \pm 103$  g,  $p = .330$ ). Die appendikuläre skelettale Muskelmasse veränderte sich ebenfalls signifikant ( $p = .024$ , ES:  $d = .97$ ) zwischen der EMS- und der Kontrollgruppe ( $249 \pm 444$  g,  $p = .066$  vs.  $-298 \pm 638$  g,  $p = .173$ ). Das Gesamtkörperfett verringerte sich in der WB-EMS-Gruppe um  $-1350 \pm 876$  g ( $p = .001$ ) und in der KG um  $-291 \pm 850$  g ( $p = .307$ ) (Unterschied:  $p = .008$ , ES:  $d = 1,23$ ). Auch beim Taillenumfang zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ( $p = .023$ , ES:  $d = 1,10$ ) (EMS:  $-5,2 \pm 1,8$ ,  $p = .000$  vs. KG:  $-3,3 \pm 2,9$  cm,  $p = .006$ ). Für die weiteren Parameter des Metabolischen Syndroms ergaben sich keine weiteren Effekte.

Die Test II-Studie, Universität Erlangen-Nürnberg, 2009, W. Kemmler, A. Birlauf, S. von Stengel.

## Effekte von HIT vs. WB-EMS auf das kardiometabolische Risiko bei untrainierten Männern 30-50 Jahre

### Untersuchungsziel

Als Ziel der Studie galt es, den Einfluss von HIT (High Intensity Training) und WB-EMS (Ganzkörper-EMS-Training) auf kardiometabolische Risikofaktoren bei untrainierten Männern im mittleren Lebensalter (30-50 Jahre) zu vergleichen.

### Methodik

Untrainierte Männer wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe trainierte über 16 Wochen lang (bipolar, 20min, 85Hz, 350ms, intermittierend), die andere Gruppe trainierte ebenfalls 16 Wochen lang mit einem HIT-Training.

### Ergebnisse

Die Zeiteffektivität zwischen den zwei Gruppen wies im Hinblick auf die Netto-Trainingszeit vergleichbare Ergebnisse ( $\sim 30$ min/TE; HIT: 60min/Wo vs. WB-EMS: 30min/ Wo) auf. Das WB-EMS- und auch das HIT-Training wiesen hinsichtlich des MetS-Z-Scores (HIT:  $p = .031$  vs. W B-EMS:  $p = .001$ ) sowie des abdominalen Fettgehalts (HIT:  $-4,5 \pm 8,1\%$ ,  $p = .014$  vs. W B-EMS:  $-4,0 \pm 5,2\%$ ,  $p = .002$ ) signifikante Verbesserungen auf ( $p = .096$ ). Bei der Cholesterin/HDL-C-Rate zeigten sich keine signifikanten Veränderungen zwischen den Gruppen, obwohl dies zunächst angenommen wurde (HIT:  $-2,7 \pm 7,4$ ,  $p = .216$  vs. W B-EMS:  $-2,2 \pm 10,2$ ,  $p = .441$ ).

## Fazit

Die Ergebnisse zeigen auf, dass sowohl HIT als auch WB-EMS vergleichbar effektive, sparsame und attraktive Methoden sein können, um bei untrainierten Männern im mittleren Lebensalter kardiometabolische Risikofaktoren zu reduzieren. WB-EMS kann als Trainingsvariante angesehen werden, die effektiv, aber hochpreisig und für eine Zielgruppe geeignet sein kann, die geringe zeitliche Ressourcen hat und kein klassisches HIT-Training durchführen kann.

Imp Erlangen, 2016, A. Weissenfels, M. Teschler, S. von Stengel, W. Kemmler, M. Bebenek.

Das verwendete EMS-Programm ist mit dem Kraftprogramm von Antelope vergleichbar.

## WB-EMS-Training und Cardiometabolisches Risiko bei Frauen 70+. Vorläufige Daten der Formosa-Studie

### Untersuchungsziel

Das Metabolische Syndrom (MetS) umfasst die klinischen Parameter HDL-C, Triglyceride, Nüchternnglucose, mittlerer arterieller Blutdruck (MAP) sowie Taillenumfang (gemäß der NCEP-ATP III Kriterien (2009)). Ziel der Studie war es herauszufinden, welche positiven Effekte die Ganzkörper-Elektromyostimulation (WB-EMS) auf das MetS hat.

### Methodik

Für die Studie wurden 75 selbstständig lebende Frauen 70+ mit einer sarkopenischen Adipositas rekrutiert und randomisiert einer von drei überwachten Studiengruppen zugeteilt. Die Gruppen führten über sechs Monate ein Ganzkörper-Elektromyostimulationstraining (WB-EMS-Training) einmal pro Woche für 20 Minuten durch (bipolar, 85 Hz, 350  $\mu$ s, intermittierend 4s Strom - 4s Strompause) mit adjuvanter Proteinzugabe (WB-EMS+P) und ohne adjuvante Proteinzugabe (0.33g/kg/Körpergewicht). Die Kontrollgruppe sollte ihren Lebensstil in dem Untersuchungszeitraum stabil halten.

### Ergebnisse

Die beiden Trainingsgruppen zeigten ähnliche Effekte hinsichtlich des MetS-Z-Scores (WB-EMS+Protein:  $-0,89 \pm 1,1$  vs. WB-EMS:  $-0,46 \pm 1,1$ ;  $p=.49$ ) bei einer vergleichbaren Anwesenheitsrate. Der Effekt zwischen den Gruppen ( $p=.009$ ) ist auf die negativen Trends der Kontrollgruppe zurückzuführen. Die WB-EMS+P-Gruppe und die Kontrollgruppe unterschieden sich signifikant voneinander ( $p=.009$ ), die EMS- und Kontrollgruppe jedoch nicht ( $p=.150$ ). Die Verbesserung des Z-Scores in den beiden Trainingsgruppen lässt sich durch signifikante Veränderungen des Bauchumfangs und des mittleren arteriellen Blutdrucks erklären.

## Fazit

WB-EMS zeigte sich neben der Zeiteffizienz und der gelenkschonenden Durchführung als effektiv, um Risikofaktoren des MetS bei vulnerablen Frauen ab 70 Jahren zu reduzieren.

Imp Erlangen, 2016, M. Teschler, A. Weissenfels, S. von Stengel, M. Bebenek, W. Kemmler.

## Chronische Herzinsuffizienz

### Elektromyostimulation (EMS) verbessert die Leistungsfähigkeit und die linksventrikuläre Funktion bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz

### Untersuchungsziel

Untersuchungsgegenstand der Studie war, den Einfluss verschiedener Stimulationsmöglichkeiten auf wichtige Parameter der körperlichen Belastungstoleranz von Personen mit chronischer Herzinsuffizienz zu untersuchen.

### Methodik

24 stabile Patienten (NYHA II-III) mit chronischer Herzinsuffizienz wurden für ein EMS-Trainingsprogramm rekrutiert. Zweimal wöchentlich wurde ein EMS-Trainingsprogramm über 10 Wochen lang durchgeführt. Pro Einheit dauerte das Training 20 Minuten. Für die Untersuchung wurde ein am Markt befindliches EMS-Trainingsgerät genutzt. Die elektrische Stimulation fand gleichzeitig an 8 großen Muskelareale statt (extensives EMS-Training; 12 Patienten; 9 männlich; mittleres Alter  $62,17 \pm 12,6$  Jahre). Diese Ergebnisse sollten mit einer Gruppe verglichen werden, in der die Patienten limitiert an Gesäß- und Oberschenkelmuskulatur elektrisch stimuliert wurden (limEMS; 12 Patienten; 10 männlich; mittleres Alter  $62,17 \pm 12,6$  Jahre). Es wurden die Auswirkungen auf die Sauerstoffaufnahme, die linksventrikuläre Funktion, die körperliche Belastungstoleranz sowie anerkannte Biomarker der chronischen Herzinsuffizienz untersucht.

### Ergebnisse

Die Sauerstoffaufnahme an der anaeroben Schwelle stieg signifikant in beiden Gruppen an. Bei der exEMS-Gruppe von  $14,7 \pm 3,42$  auf  $19,6 \pm 4,5$  ml/kg/min ( $+32,65\%$ ,  $p<0,001$ ) und bei der limEMS-Gruppe von  $13,6 \pm 3,0$  auf  $16,0 \pm 3,8$  ml/kg/min ( $+17,6\%$ ,  $p=0,003$ ). In der exEMS-Gruppe stieg die linksventrikuläre Ejektionsfraktion von  $38,42 \pm 7,6$  auf  $45,21 \pm 8,6\%$  ( $+18,42\%$ ,  $p=0,001$ ) und in der limEMS-Gruppe von  $37,1 \pm 3,0$  auf  $39,5 \pm 5,3\%$  ( $+6,5\%$ ,  $p=0,27$ ). Die Veränderungen hinsichtlich der Sauerstoffaufnahme und der Ejektionsfraktion waren in der exEMS-Gruppe größer als in der limEMS-Gruppe. Der Unterschied zwischen den Gruppen war nicht signifikant.

PERFUSION, 2013, F. van Buuren, K. P. Mellwig, C. Prinz, T. Kottmann, B. Körber, A. Fründ, L. Faber, N. Bogunovic, J. Dahm, D. Horstkotte, D. Fritzsche.

### Prolonged Electrical Muscle Stimulation Exercise Improves Strength, Peak VO<sub>2</sub>, and Exercise Capacity in Patients with Stable Chronic Heart Failure

### Untersuchungsziel

Die Studie sollte herausfinden, welche Wirkungen ein Training mit elektrischer Muskelstimulation auf Patienten mit stabiler chronischer Herzinsuffizienz hat.

## Methodik

10 Patienten wurden für eine Crossover-Studie nach dem Zufallsprinzip entweder einem 8-wöchigen Trainingsprogramm oder einer gewohnten Aktivität zugeteilt (9 Männer, Alter 66 +/- 6,5 Jahre).

## Ergebnisse

Die Mittelwerte des maximalen Sauerstoffverbrauchs, die 6-Minuten-Gehstrecke, die Quadrizepskraft und der Body-Mass-Index lagen zu Beginn der Studie bei 19.5 +/- 3.5 mL x kg x min, 415.1 +/- 56.6m, 377.9 +/- 110.4N beziehungsweise 27.9 +/- 3.1 kg/m<sup>2</sup>. Nach Abschluss des Trainingsprogramms war der Spitzenwert des maximalen Sauerstoffverbrauchs auf 21.2 +/- 5.1 mL x kg x min (P < .05) gestiegen, die 6-Minuten-Gehstrecke auf 454.9 +/- 54.5M (P < .005) und die Quadrizepskraft auf 404.9 +/- 108.6N (P < .005). Beim BMI konnte kein signifikanter Effekt festgestellt werden (P > .05).

## Schlussfolgerungen

Bei sesshaften Erwachsenen, die eine stabile chronische Herzinsuffizienz haben, kann EMS die körperliche Fitness und die funktionelle Leistungsfähigkeit verbessern. Das EMS-Training kann eine Trainingsalternative für Patienten sein, die nicht fähig sind, konventionellere Formen der körperlichen Betätigung durchzuführen.

2009, P. Banerjee, B. Caulfield, L. Crowe, A. L. Clark.