

Referat Nr. 225 (Kurzvortrag (15 min)), Sitzung PA-13 (07.10.2011, 13:15 Uhr):

Belastbarkeit und Trainerbarkeit aus internistischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung des Immunsystems bei NachwuchsleistungssportlerInnen

Blume K¹, Hoffmann D², Körber N², Halle M¹, Wolfarth B¹

¹Präv. Reha. Sportmedizin, TU München,

²Abteilung klinische Virologie, TU München

Nachwuchsleistungssport ist mit vielfältigen physischen und mentalen Belastungen (hohe Trainingsumfänge, Wettkampfbelastung, Schule, u. a.) verbunden und kann unter Umständen durch die Kombination und Kumulation der unterschiedlichen Belastungen die Gesundheit negativ beeinflussen. Für eine reduzierte Leistungsfähigkeit und eine herabgesetzte Belastbarkeit im Leistungssport werden häufig Epstein-Barr-Virus (EBV) Infektionen verantwortlich gemacht. Aufgründessen werden im Rahmen einer großen prospektiven Vergleichsstudie über 150 Nachwuchskaderathleten im Alter von 12 bis 20 Jahren aus unterschiedlichen Sportartprofilen über drei Jahre mehrmals jährlich, angepasst an verschiedene Belastungsintensitätsphasen, in Bezug auf Leistungs-, Belastungs- und Infekt- bzw. Immunparameter untersucht. Als Kontrollgruppe werden eine entsprechende Anzahl gesunder Schüler ohne Profil Leistungssport rekrutiert. Ziel ist es, die Effekte von Leistungssport auf die Belastbarkeit von jugendlichen Leistungssportlern zu untersuchen. Damit sollen zukünftig gesundheitliche Störungen unter hoher körperlicher Belastung vermieden und damit die Nachwuchsentwicklung optimiert werden. Zum aktuellen Zeitpunkt stehen die Daten der ersten 45 Probanden zur Verfügung. Initial wurde der EBV-Serostatus bei diesen 45 Nachwuchssportlern (Alter Mittelwert 14,2 Jahre) zur Eingangsuntersuchung bestimmt. Dazu wurden Serumproben entnommen und IgG- und IgM-Antikörper-Titer im ELISA-Verfahren detektiert und zudem IgG-Antikörper mittels Immunoblot-Analyse weiter differenziert. Fünf Nachwuchssportler (11,1%) gaben eine erhöhte subjektive Infektanfälligkeit und vier Sportler (8,9%) ein bekanntes Pfeiffersches Drüsenfieber in der Anamnese an. Es wurden 15 negative (33,3%) und 25 abgelaufene Fälle (55,6%) gefunden. Zudem wurde ein Fall einer Primärfektion (2,2%) und vier Fälle mit Verdacht auf Reaktivierung (8,9%) festgestellt. Die untersuchten EBV-spezifischen IgG-Titer zeigten signifikante sportartbezogene Unterschiede (Volleyballer 210,8 U/ml vs. Schwimmer 142,2 U/ml vs. Radfahrer 112,7 U/ml) auf. Die ersten Ergebnisse der Untersuchung zeigen auf, dass mehr als 60 Prozent der Nachwuchssportler Kontakt mit dem Epstein-Barr-Virus hatten und im Vergleich zu Volleyballern und Schwimmern, Radsportler die niedrigste Durchsuchungsrate aufweisen. Dies kann als eine unterschiedliche sportartspezifische Exposition oder eine unterschiedliche Immunkompetenz gegenüber Epstein-Barr-Viren interpretiert werden. Der Vergleich zu Kontrollen, die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, die klinische Bedeutung dieser Befunde und weitere Verlaufparameter – unter besonderer Berücksichtigung der Infektanfälligkeit – werden am Gesamtkollektiv longitudinal erfasst und überprüft.

Referat Nr. 227 (Kurzvortrag (15 min)), Sitzung PA-14 (07.10.2011, 14:45 Uhr):

Der Effekt von Laktat auf das Proliferations- und Differenzierungsverhalten von Myoblasten

Willkomm L, Elsen M, Borosch S, Jung R, Nabel A, Bloch W

Molekulare und Zelluläre Sportmedizin, Deutsche Sporthochschule Köln

Laktat galt lange Zeit als Stoffwechselprodukt, welches für die Muskelermüdung verantwortlich gemacht wurde. Diese Ansichtweise des Laktats hat sich in den letzten Jahren massiv verändert. Heutzutage ist Laktat mehr als Energiequelle, gluconeogenetische Vorläufer und vor allem aber als ein metabolisches Signal der Genexpression bekannt. Vor allem beim High-Intensity-Training, welches in der Trainingstherapie verschiedener Patientengruppen immer populärer wird, ist die Bildung von Laktat von tragender Rolle. Es ist aber weitestgehend unbekannt, welche Mechanismen zu den positiven Effekten des HITs führen und welche Rolle dabei dem Laktat zukommt. Methode: C2C12 und primäre humane Myoblasten wurden konstant mit Laktat in verschiedenen Konzentrationen (10,20 mM) bei 37°C und 5% CO₂ inkubiert über einen Zeitraum von 15 Tagen. Zellen wurden mit 4% PFA in PBS fixiert und anschließend mittels Immunocytochemie für verschiedene Proliferations- (Ki67), Apoptose- (aktivierte Caspase-3) und Differenzierungsmarker (F5D Myogenin, MF-20 Myosinschwereketten) gefärbt. Zusätzlich wurden Zellen lysiert und einer Western Blot Analyse unterzogen. Ergebnisse: Die densitometrische Analyse der Ki67 gefärbten Zellen ergab eine konzentrationsabhängige signifikante Abnahme der Proliferation der Laktat-behandelten Zellen von 16,20 ± 6,29 arGV über 12,21 ± 5,95 arGV (10 mM; p = 0,02) zu 11,21 ± 5,17 arGV (20 mM; p < 0,001). Gleichzeitig kam es zu einer Zunahme der aktivierten Caspase-3 von 6,27 ± 2,89 arGV auf 8,9 ± 3,56 arGV (10 mM; p < 0,001) bzw. 8,24 ± 3,30 arGV (20 mM; p = 0,003). Das Differenzierungsassay ergab zu den verschiedenen Zeitpunkten eine Verminderung der Myogenin- bzw. Myosinschwereketten positiv-gefärbten Zellen nach Laktatbehandlung. Diskussion: Laktat scheint einen inhibitorischen Effekt auf die Proliferation und Apoptose zu haben. Desweiteren wird die Differenzierung verzögert, nicht aber reduziert.

Referat Nr. 226 (Kurzvortrag (15 min)), Sitzung PA-14 (07.10.2011, 14:30 Uhr):

Alpha-Ketoglutarate Stimulates Cell Growth in C2C12 Culture

Yang BY^{1,2}, Liu YL¹, Hamma TH¹, Steinacker JS¹

¹Sport and Rehabilitation Section, Ulm University,

²Southeast University, China

Background: It is evident that physical exercise can induce hyperammonemia that in turn limits exercise tolerance and training effects. As analogue of amino acids α -ketoglutarate (AKG) affects biochemically the ammonia metabolism. Our previous studies have shown that nutritional supplement with AKG improved exercise tolerance and led to better training effect such as muscle function. Since cell growth like proliferation of activated satellite cells plays an important role in the muscular adaptation to training and ammonia has inhibitory effect on cell growth, we hypothesize that the beneficial effect of the supplement with AKG on training may be attributed to a stimulant effect on cell growth. The aim of this study was to investigate effect of AKG on cell growth in C2C12 cell culture. Methods: The cell culture medium DMEM was treated by adding AKG to the final concentration at 100, 30,20,10, 1 and 0.1 mM, respectively. 104 cells (C2C12 cell line) were cultured in each of these culture media, and then harvested every 24h till 8 days, respectively. Cell cultured in the original DMEM medium without additional AKG served as control. Each experiment was triplicate. The total cell number of each cell sample was counted on a hemocytometer, and the special cell growth rate (SGR) as well as the cell doubling time (td, hour) were calculated when the cells attained their exponential growth phase on day 3 and 4.

Result: (see table).

Conclusions: AKG added to the culture media had a significant impact on the cell growth. AKG at moderate concentration led to a significantly accelerated cell growth with higher cell population, growth rate and shorter doubling time, whereas the cell growth was inhibited by AKG at a concentration > 10 mM. The effect of AKG on the cell growth was clearly dose-dependent, with the greatest effect by AKG at 0.1 mM. Thus, the stimulant effect of AKG on cell growth might contribute to an AKG-induced beneficial effect on training.

Cell counts, cell specific growth rate (SGR) and doubling time (td)					
Group	Control	100mM	30mM	20mM	10mM
Cell count (10 ⁴)	25.55±4.71	0.40±1.87	10.93±3.21	12.96±1.64	20.36±4.18
SGR	0.86±0.06	-	0.65±0.18	0.71±0.17	0.77±0.12
td	19.41±1.23	-	24.71±7.93	24.57±5.54	20.96±2.25

Referat Nr. 228 (Kurzvortrag (15 min)), Sitzung PA-14 (07.10.2011, 15:00 Uhr):

Ausdauerbelastungsinduzierte Modulation von Muskelstammzellen und -zellkernen im humanen Skelettmuskel bei Junioren-Radrennfahrern im saisonalen Jahresverlauf

Frese S¹, Konou T¹, Baumgartner L², Schiffer T³, Tappe K¹, Bloch W¹

¹Abt. f. molekulare u. zelluläre Sportmedizin, Deutsche Sporthochschule Köln,

²University Hospital Zurich, Cardiovascular Surgery Research,

³Ambulanz für Sporttraumatologie und Gesundheitsberatung, Deutsche Sporthochschule Köln

Einleitung: Satellitenzellen (SZ) sind mononukleäre Muskelstammzellen, welche eine wesentliche Rolle bei der belastungsinduzierten Skelettmuskelplastizität übernehmen. Aktivierte SZ dienen der Muskelreparatur und -regeneration und je nach Belastungssituation (Sport/ Krafttraining) dem Muskelumbau. In Abhängigkeit von ausdauerinduzierten Reizen wurde bislang die SZ-Aktivität bei strukturellen und funktionellen Anpassungsprozessen wenig untersucht.

Ziel der Untersuchung war es, die Effekte von chronischen Ausdauerbelastungen (extensiv vs. intensiv) auf die Zahl der SZ und Zellkerne (ZK) im Musculus vastus lateralis (M.v.l.) bei 10 Junioren-Leistungsradsportlern (MW ± SD: 17,3 ± 0,5 Jahre) zu untersuchen.

Methoden: Dem saisonalen Jahresverlauf entsprechend, wurde die Trainingsphase (TP1, Nov.-Feb., extensiv), die Wettkampffase (WK, Feb.-Okt., intensiv) und die nachfolgende TP (TP2, Nov.-Feb., extensiv) untersucht. Nach jeder Phase wurde eine Muskelbiopsie am M.v.l. durchgeführt. Die SZ wurden mit einem monoklonalen PAX7 Antikörper markiert und die Anzahl der ZK wurde an HE-gefärbten Querschnitten (7µm) untersucht.

Ergebnisse: Die Anzahl der SZ/ Muskelfaser am Ende der WK (0,56 ± 0,059) war signifikant niedriger gegenüber TP1 (0,94 ± 0,269) und TP2 (0,82 ± 0,092; p < 0,05). Die Analyse der Anzahl der Muskelzellkerne zeigte ein inverses Muster zu der Anzahl der SZ. Nach der WK war die Zahl der ZK/ Muskelfaser signifikant erhöht (4,00 ± 0,933) gegenüber TP1 (1,75 ± 0,727) und TP2 (1,75 ± 0,184) bei unverändertem Muskelfaserquerschnitt.

Zusammenfassung: Die unterschiedlichen Ausdauerbelastungsmodi wirken sich stark auf den SZ-Gehalt aus. Der Wechsel von einer extensiven (TP) zu einer intensiven (WK) Langzeit-Ausdauerbelastung einhergehend mit einer Reduktion des Gesamtvolumens und einer Zunahme der intensiven Belastungszeit, führt zu einer signifikanten Abnahme der Anzahl der SZ und einer massiven Zunahme der Muskelzellkerne. Bezogen auf den unveränderten Muskelquerschnitt bedeutet dies ein enormes DNA-recruitment, sowie eine spezifische Form der Hyperplasie durch eine intensive Ausdauerbelastung.

Referat Nr. 229 (Kurzvortrag (15 min)), Sitzung PA-14 (07.10.2011, 15:15 Uhr):

Selektive Estrogenrezeptor-beta Aktivierung reguliert Mechanismen der Skelettmuskelregeneration

Velders M¹, Schleipen B¹, Laudenschlager U², Fritzsche KH¹, Zierau O⁴, Diel P²

¹Sektion Sport- und Rehabilitationsmedizin, Universitätsklinikum Ulm,

²Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin,

Abt. Molekulare und Zelluläre Sportmedizin, Deutsche Sporthochschule Köln,

³Bayer Schering Pharma AG, Berlin,

⁴Institut für Zoologie, Abt. Molekulare Zellphysiologie und Endokrinologie, TU Dresden

Einleitung: Es gibt eindeutige Hinweise darauf, dass Estrogene positive Einflüsse auf regenerative Prozesse in der weiblichen Skelettmuskulatur haben. Um die zugrunde liegenden molekularen Mechanismen zu ergründen, wurde der Einfluss der beiden Estrogenrezeptor (ER) Subtypen (ERα, ERβ) auf Mechanismen der Skelettmuskelregeneration untersucht.

Methodik: Dazu wurden inflammatorische sowie regenerative Parameter in Toxin (Notexin) geschädigten Skelettmuskeln weiblicher ovariectomierter (OVX) Ratten nach Applikation von ER Subtyp spezifischen Liganden wie Genistein (Gen), ERα (16a-LE2, Alpha) und ERβ (8b-VE2, Beta) Agonisten, 17β-estradiol (E2) sowie bei ERα und ERβ knockout Mäusen (aErko, βErko) untersucht.

Ergebnisse: Signifikant (2-3 fach, p < 0,05) erhöhte Kreatinkinase (CK) Werte wurden im Serum der OVX Gruppen besonders 24h und 3d nach der Muskelschädigung im Vergleich zur Placebo Kontrollgruppe (Sham), sowie den E2, Gen, Alpha und Beta Gruppen detektiert. Die Expression des pro-inflammatorischen Zytokins TNF-α war am höchsten in den geschädigten Skelettmuskeln der OVX Gruppe, in denen gleichzeitig die niedrigste Expression des Chemokins MCP-1 sowie des anti-inflammatorischen Zytokins IL-10 gemessen wurde. Eine subkutane Behandlung mit E2, Gen und Beta führte zu einer 2-5-fach erhöhten Expression der embryonalen Myosinschwanzkette (MHC) als Marker für neu gebildete Muskelfasern sowie des Satellitenzellmarkers MyoD gegenüber OVX (p < 0,05). Dazu passend zeigen histologische HE gefärbte Schnitte der Skelettmuskulatur anhand von zentralen Zellkernen, die auf fusionierte Satellitenzellen hindeuten, dass es 3d nach der Verletzung in diesen Behandlungsgruppen zu einer verbesserten Regeneration kam. In Abwesenheit des ERβ bei βErko Mäusen wurden nach einer Notexin Behandlung 10-fach höhere CK Werte als bei aErko und wild type (WT) Mäusen nachgewiesen (p < 0,01). Zugleich war die Expression von MyoD, Pax7 sowie der embryonalen MHC signifikant niedriger in der Muskulatur der βErko Tiere (p < 0,05).

Zusammenfassung: Gesammelt zeigen die Daten, dass der ERβ wichtige Prozesse der Skelettmuskelregeneration positiv beeinflusst, indem die Aktivierung von Satellitenzellen durch Chemokine und Zytokine begünstigt wird. Die Ergebnisse sind relevant für die Entwicklung neuer Regenerationsstrategien im Spitzensport sowie für die Prävention und Behandlung von altersbedingtem Muskelschwund (Sarkopenie).

Referat Nr. 231 (Kurzvortrag (15 min)), Sitzung PA-14 (07.10.2011, 15:45 Uhr):

Hochintensive Belastung führt zu einer Abnahme der Nitratkonzentration im Blut aus der arbeitenden Muskulatur

Maassen N¹, Sutmoeller K¹, Starke H¹, Shushakov V¹, Tsikas D²

¹Institut für Sportmedizin, Medizinische Hochschule Hannover,

²Institut für klinische Pharmakologie, Medizinische Hochschule Hannover

In den letzten Jahren mehren sich Arbeiten, die zeigen, dass eine Nitratgabe zu einer Verbesserung der Dauerleistungsfähigkeit und einer Erhöhung des muskulären Wirkungsgrades führt. Veröffentlichungen mit Messungen der Nitratkonzentration bei Arbeit gibt es wenige. Meist ist nur die systemische Konzentration gemessen worden. In der aktuellen Studie haben wir bei hochintensiver Belastung einer kleinen Muskelgruppe die 'Nitrataufnahme' der Muskulatur bestimmt.

9 männliche Versuchspersonen führten einen doppelten Wingate-Test (2x 30s Belastung mit 1 min Pause) an einem Handergometer durch. Arterialisiertes Blut wurde aus einer erwärmten Handvene gewonnen. Muskulovenöses Blut wurde aus einer Cubitalvene vor und bis 30 Minuten nach dem Test entnommen. In Plasma und Blut wurde die [La-] gemessen, die [La-]Ery wurde berechnet. Weiterhin bestimmt wurden die Parameter des Säuren-Basen-Status, Hämatokrit und [Hb], die Osmolalität. Nitrat und Nitrit im Plasma wurden mit GC-MS bestimmt. Die Durchblutung wurde durch Venen-Verschluss-Plethysmographie gemessen. Die Nitrit bzw. Nitrat-Aufnahme wurde nach dem Fick'schen Prinzip berechnet.

Unmittelbar nach dem 2. Wingatetest stieg die Laktatkonzentration im venösen Plasma auf 13,5 ± 3,2 mmol/l und der PCO₂ auf 102,3 ± 9,5 mmHg, HbO₂ sank auf 26,5 ± 5,7% und das pH sank auf 7,115 ± 0,034. Die [Nitrat] im arterialisierten Blut blieb während der Belastung und in der Erholungsphase nahezu unverändert. Die venöse [Nitrat] sank während der Belastung und der frühen Erholungsphase leicht ab (p < 0,001). Wenn die Daten allerdings um die Effekte der osmotisch bedingten Wasserverschiebung korrigiert werden, ist der Abfall deutlich stärker. Die größte Abnahme der [Nitrat] ist dann unmittelbar nach der Belastung (p < 0,001). Die venöse [Nitrat] blieb bis zur 8 min erniedrigt (p < 0,003). Multiplikation der avD mit dem Plasmafluss ergab am Ende der Belastung einen 'Verlust' von Nitrat aus dem Plasma von 0,64 ± 0,75 μmol/min/l Gewebe. Für die [Nitrit] gab es zu keiner Zeit signifikante Unterschiede zwischen arterialisierendem und venösem Blut.

Die Untersuchungen zeigen, dass Nitrat als schnell zugänglicher Speicher für die NO-Produktion bei intensiver Belastung dienen kann.

Referat Nr. 230 (Kurzvortrag (15 min)), Sitzung PA-14 (07.10.2011, 15:30 Uhr):

Phosphorylierung des Ryanodin-Rezeptors induziert durch mechanische Belastung im Skelettmuskel

Suhr F, Braun K, Brenig J, Kern P, Bloch W

Molekulare und Zelluläre Sportmedizin, Deutsche Sporthochschule Köln

Einleitung: Die Kalzium-Homöostase in der Skelettmuskulatur reguliert eine Vielzahl von sowohl Pathologien als auch von körperlichem Leistungsvermögen, da Kalzium maßgeblich an der Induzierung der skelettmuskulären Kontraktionsmaschinerie beteiligt ist. Die Kalzium-Homöostase ist hauptsächlich reguliert durch einen transmembranären Kanal-Komplex des sarakoplasmatischen Retikulums. Dieser Kanal-Komplex ist der Ryanodin-Rezeptor. Im Skelettmuskel ist die Isoform 1 (RyR1) dominant. RyR1 ist assoziiert mit einer Vielzahl von Regulator-Proteinen, von denen Calstabin-1 eine zentrale Rolle einnimmt. Es wurde gezeigt, dass chronische Belastung eine Hyperphosphorylierung des RyR1 an Ser2844 induziert, was zur Folge hat, dass der RyR1 durch eine Dissoziation von Calstabin-1 von RyR1-Komplex undurchlässig wird. Jedoch sind neben Effekten von chronischer körperlicher Belastung keine Effekte akuter Belastung auf den Kanal bekannt. Allerdings scheinen diese Daten für ein Verständnis der physiologischen Regulation des RyR1 von großer Bedeutung.

Methoden: 36 weibliche Sprague Dawley-Ratten wurden in drei verschiedene Interventionsgruppen unterteilt: 1) Altersgemäße Kontrollgruppe (AC), keine definierte Belastungsintervention; 2) einmalige akute konzentrische Belastung (Laufbelastung bei 0° Neigung auf dem Laufband, 15 min, 20 min*min⁻¹); 3) einmalige akute exzentrische Belastung (Laufbelastung bei -20° Neigung auf dem Laufband, 15 min, 20 min*min⁻¹). PhosphoRyR1Ser2844 (pRyR1Ser2844) wurde sowohl im Musculus gastrocnemius (Gas) als auch im Musculus vastus lateralis (Lat) durch Densitometrie-gestützte Immunhistochemie als auch durch Western Blots untersucht.

Ergebnisse: Nach der 15-minütigen Belastung wurde eine signifikant erhöhte Phosphorylierung des RyR1 im Lat beobachtet, unabhängig von der gewählten Belastungsart (konzentrisch oder exzentrisch) im Vergleich zur AC-Gruppe. Vergleichbare Ergebnisse wurden im Gas erhoben. Zusätzlich zeigte sich im Gas, dass die konzentrische Belastung eine signifikant erhöhte Phosphorylierung des RyR1 gegenüber der exzentrischen Belastung. Diese Ergebnisse wurden sowohl durch Immunhistochemie als auch durch Western Blots erhoben.

Diskussion: Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die Phosphorylierung des RyR1 im Skelettmuskel sehr schnell reguliert werden kann. Dies ist ein wichtiges ergänzendes Ergebnis zu den in der Literatur beschriebenen Langzeit-Effekten. Es ist wichtig zu erwähnen, dass verschiedene Muskeln vergleichbare Phosphorylierungsmuster aufweisen, wobei konzentrische Belastung die stärker regulierende Belastungsform zu sein scheint, zumindest im Gas. Diese Ergebnisse erweitern das Wissen um die physiologische Regulation des RyR1.

Referat Nr. 232 (Schwerpunktreferat (30 min)), Sitzung SP-6 (07.10.2011, 12:00 Uhr):

Therapeutic and Prophylactic Effects of Sports and Exercise on Osteoporosis and fracture risk

Karlsson M

Department of Clinical Sciences and Orthopaedic Surgery Lund University, Malmö, Schweden

Kein Abstract verfügbar ♀

Referat Nr. 233 (Schwerpunktreferat (30 min)), Sitzung SP-6 (07.10.2011, 12:30 Uhr):

The Effect of Supplementation on Resistance Training Adaptation Responses in Muscle

Greenhaff P

School of Biomedical Sciences, University of Nottingham Medical School, Queen's Medical Centre

Kein Abstract verfügbar.

Referat Nr. 234 (Schwerpunktreferat (30 min)), Sitzung SP-6 (07.10.2011, 13:00 Uhr):

Training of Tendon Tissue – Border between Physiological Adaptation and Development of Overuse Injury

Kjaer M

Sports Medicine Research Unit, Kopenhagen, Dänemark

Kein Abstract verfügbar.

Referat Nr. 235 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 0:00 Uhr):

Der Einfluss einer 12-monatigen multimodalen Rückentherapie zur Behandlung des chronischen Rückenschmerzes auf medizinische und biomechanische Parameter

Baumgart C¹, Witte K², Krajewski J³, Freiwald J¹

¹Arbeitsbereich Bewegungswissenschaft, Bergische Universität Wuppertal,

²NOVOTERGUM AG, Mülheim an der Ruhr,

³Arbeitsbereich Experimentelle Wirtschaftspsychologie, Bergische Universität Wuppertal

Einleitung: Rückenschmerz gehört in Deutschland zu den häufigsten Erkrankungen, der sowohl akut als auch chronisch auftreten kann. Bei chronischen Rückenschmerzen werden vielfach Medikamente bzw. diagnostische und therapeutische Maßnahmen verordnet, die wissenschaftlich nicht abgesichert sind; hingegen sind empirisch belegte Behandlungsansätze (z.B. psycho-soziale Verfahren und/oder multimodale Therapien) unterrepräsentiert. Ziel dieser Studie war die Überprüfung der Wirkungen einer multimodalen Rückentherapie bei Patienten mit chronischem Rückenschmerz.

Methodik: 565 von 760 Patienten (Alter 46,9 ± 11,8 Jahre) absolvierten die Therapie bis zur 39. Einheit und wurden in die Auswertung eingeschlossen. Alle Patienten der Studie hatten im Vorfeld längere Arbeitsunfähigkeitszeiten aufgrund chronischer Rückenschmerzen sowie länger als sechs Monate anhaltende Rückenschmerzen und starke Einschränkungen in den Alltagsfunktionen. In den ersten sechs Wochen erfolgten zwei Therapieeinheiten pro Woche, bis zum Abschluss der Therapie alle sieben bis zehn Tage eine Einheit. Die Therapie war standardisiert festgelegt, einer Einleitungs- und Aufwärmphase folgten an den Schmerz adaptiertes Beweglichkeits- und Krafttraining, psycho-educative Maßnahmen sowie individuelles Abwärmen mit entspannenden psycho-regulierenden Inhalten. Vor Beginn der Studie, sowie nach drei- und nach zwölfmonatiger Therapie, wurden funktionelle Rückenparameter erhoben und standardisierte Befragungen (Heidelberger Kurzfragebogen HKF, u.a.) durchgeführt.

Ergebnisse: Die Anzahl an Rückenschmerztagen, Arbeitsunfähigkeitstagen und Arztbesuchen nahm signifikant ab. Der mittlere Punktwert (Chronifizierungsrisiko) des HKF wurde im Therapieverlauf von 54,8 ± 21,4 auf 27,1 ± 28,7 signifikant gesenkt. Sowohl die für die HWS und LWS/BWS erhobenen Beweglichkeitswerte als auch die isometrisch gemessenen maximalen Drehmomente sind nach 12 Monaten signifikant gesteigert wurden.

Diskussion: Die Verbesserungen der medizinischen und biomechanischen Parameter unterstreichen die Wirkung der untersuchten multimodalen angelegten Rückentherapie auf die Gesundheit der Patienten, welche von volkswirtschaftlichem Nutzen ist.

Referat Nr. 236 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:00 Uhr):

Manipulation des Pacingprofils bei jugendlichen Leistungsschwimmer in einem simulierten 400-m Wettkampftest: Effekte auf die Leistung

Skorski S, Faude O, Wengert N, Meyer T

Institut für Sport- und Präventivmedizin, Universität des Saarlandes

Aktuelle sportmedizinische Studien gehen davon aus, dass Spitzenathleten während ihrer Karriere ein stabiles Pacingprofil (PP) entwickeln, das bei vergleichbaren Belastungen wieder „aufgerufen“ wird. Allerdings gibt es bislang kaum Studien, die untersuchen, ob ein solch selbst gewähltes PP optimal ist bzw. inwiefern die gezielte Manipulation einen Einfluss auf die Leistung hat. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Effekte einer gezielten Veränderung des selbst gewählten PP während eines simulierten 400 m-Wettkampftests zu analysieren. 13 Schwimmer des regionalen Landeskaders (4♀, 9♂, 18,4 ± 2,6 Jahre) absolvierten drei simulierte 400 m-Wettkampftests (Kraullage). Zuerst wurde mit einem selbst gewählten PP (PPSS) geschwommen. In den beiden nachfolgenden Tests wurde der erste 100m-Abschnitt in randomisierter Reihenfolge langsamer (PPlangsam: +2,9 ± 1,4 s, 4,2 ± 2,0%) oder schneller (PPschnell: -1,9 ± 0,8 s, 3,0 ± 1,4%) geschwommen. Die 15m-Startzeit (SZ = 7,1 ± 0,7 s) wurde mittels Videoanalyse ermittelt. Während der Tests wurden alle 100 m-Zwischenzeiten notiert. Die maximale Blutlaktatkonzentration (Lamax) sowie die maximale Herzfrequenz (HFmax) wurden im Anschluss an jedes Rennen bestimmt. PPSS ergab im Mittel die schnellste 400 m-Zeit (PPSS = 272,5 ± 15,9 s, PPlangsam = 275,7 ± 16,0 s, PPSchnell = 276,9 ± 17,7 s, p = 0,07). Weder Lamax (10,3 bis 10,8 mmol/L, p = 0,68) noch HFmax (177 bis 178/min, p = 0,71) unterschieden sich signifikant zwischen den Tests. Obwohl der erste 100m-Abschnitt bei PPlangsam im Vergleich zu PPSS langsamer war, konnte im weiteren Verlauf kein signifikanter Zeitunterschied zwischen den Abschnitten gefunden werden (p > 0,9). Der schnellere erste 100 m-Abschnitt in PPSchnell resultierte in langsameren Zeiten auf den restlichen 300m (-2 s pro 100 m, p < 0,02). 2 Probanden zeigten ihre beste Leistung bei PPSchnell (-2,9 s), 4 bei PPlangsam (-0,2 bis -1,3 s). Durch die Startbeschleunigung ist der erste Abschnitt schneller als alle anderen. Abzüglich der SZ zeigte PPSS keinen Unterschied zwischen den einzelnen Abschnitten (p > 0,18, gleichmäßiges PP), dagegen war der erste Abschnitt schneller als alle anderen bei PPSchnell (p < 0,001, schnell-langames PP) sowie langsamer als der letzte in PPlangsam (p = 0,03, langsam-schnelles PP). Es kann gefolgert werden, dass ein selbstgewähltes PP im Schnitt zur besten Gesamtleistung in einem simulierten 400m-Rennen führt. Einzelne Schwimmer zeigten jedoch unter einem manipulierten PP ihre beste Leistung, was andeutet, dass PPSS in Einzelfällen nicht optimal ist. Zukünftige Studien sollten sich damit befassen, physiologische Eigenschaften (Stärken im Bereich der aeroben vs. anaeroben Energiebereitstellung), zu identifizieren, die die Wahl eines optimalen PP für die individuell beste Leistung ermöglichen.

Referat Nr. 237 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:05 Uhr):

Energieverbrauch bei verschiedenen Trainingsformen im Ausdauer- und Krafttraining

Hammes D, Wegmann M, Meyer T

Institut für Sport- und Präventivmedizin, Universität des Saarlandes

Der Energieverbrauch bei körperlicher Aktivität wird als wichtiger Indikator für ein gesundheitsprotektives Training angesehen und ist in Bezug auf eine Gewichtsreduktion von zentralem Interesse. Ziel dieser Studie war es daher, den Energieverbrauch bei häufig eingesetzten Trainingsformen per indirekter Kalorimetrie zu messen. 10 männliche, gesunde Probanden (Alter: 26±4 Jahre, BMI: 24,0±2,6 kg/m², VO₂max: 60±5 ml/min/kg, individuelle anaerobe Schwelle (IAS): 12,0±0,8 km/h, maximal erreichte Geschwindigkeit im Eingangstest (Vmax): 17,1±0,7 km/h) führten folgende Trainingseinheiten durch: Dauermethode auf dem Laufband bei 80% der Geschwindigkeit an der IAS (DM80, Dauer: 30 min), Dauermethode bei 95% der IAS (DM95, 30 min), 4x4 min-Intervalle bei 90-95% der maximalen Herzfrequenz (HFmax) mit 3 min aktiver Pause bei 70% HFmax (IM4x4), 12x60 s bei Vmax mit 75 s aktiver „Trabpause“ (IM12x1), Muskelaufbautraining mit 2 Sätzen bei 80% der 1-Wiederholungmaxima (1RM; MA: 31,3±0,2 min), Kraftausdauerzirkel mit 2 Durchgängen bei 65% 1RM (KA: 22,6±0,4 min). Aus den spirometrischen Messungen wurde der Kalorienverbrauch während der Trainings (T) und innerhalb von 15 min danach (D) errechnet. Zusätzlich wurde die mittlere HF und die maximale Blutlaktatkonzentration (Lamax, höchster Wert aus 1,3 und 5 min nach Ende der Belastung) gemessen: DM80: T=14,5±2,1 kcal/min, D=50±9 kcal, HF=153±14 S/min, Lamax=1,5±0,5; DM95: T=17,1±1,5 kcal/min, D=61±10 kcal, HF=170±12 S/min, Lamax=3,8±2,0; IM4x4: T=16,4±1,9 kcal/min, D=63±9 kcal, HF=166±9 S/min, Lamax=7,8±2,2; IM12x1: T=15,0±1,9 kcal/min, D=67±11 kcal, HF=165±12 S/min, Lamax=9,1±2,6; MA: T=6,4±1,1 kcal/min, D=50±8 kcal, HF=13±18 S/min, Lamax=10,7±2,0; KA: T=7,4±1,0 kcal/min, D=51±6 kcal, HF=131±13 S/min, Lamax=13,8±2,1. Der mittlere minütliche Energieumsatz ist bei DM95 am höchsten und unterscheidet sich signifikant (p<0,01) von allen anderen Trainingsformen außer IM4x4 (p=0,60). Beide Krafttrainingseinheiten unterscheiden sich jeweils hochsignifikant von allen Ausdauertrainingsformen (p<0,001). Zwischen MA und KA besteht kein Unterschied (p=0,80). Eine hohe Korrelation (r=0,81, p<0,001) liegt zwischen der mittleren HF und dem mittleren minütlichen Energieverbrauch während der Belastung vor. Bei der Auswahl einer Trainingsform mit dem Ziel eines möglichst hohen Energieverbrauchs sollte zunächst T berücksichtigt werden, denn die Unterschiede der Trainingsformen in D erscheinen für die Praxis irrelevant. Die mittleren Herzfrequenzen spiegeln offenbar den Kalorienumsatz gut wider und können insofern als einfacher Indikator des Energieverbrauchs verwendet werden. Demgegenüber weisen die maximalen Laktatwerte erwartungsgemäß keinen Zusammenhang mit dem Energieverbrauch auf, bilden aber womöglich die erlebte Anstrengung gut ab.

Referat Nr. 239 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:15 Uhr):

Spektrale Ermüdungsschätzung auf Basis von Positionsdaten im Fußball

Siegle M, Barthels O, Stöckl M, Lames M

Lehrstuhl für Trainingswissenschaft und Sportinformatik, TU München

Einleitung: In den letzten Jahren wurde die Erfassung von Positionsdaten im Fußball z.B. über Bilderkennung routinemäßig verfügbar [3]. Diese Daten haben die Suche nach neuen Methoden zur Schätzung der Ermüdung im Spiel angeregt, die sich in den Sportspielen problematisch darstellt. Bisherige Versuche aus der objektiven Beanspruchung des Ermüdungsgrad abzuleiten stehen vor der Schwierigkeit, die zufälligen intermittierenden Belastungsschwankungen und die taktisch determinierte Anstrengung, bzw. Schonung der Spieler zu berücksichtigen. Im Bereich der Muskelphysiologie dient die Medianfrequenz des EMG als anerkannter Indikator für Ermüdung [4]. Diese Studie beschreibt den Methodentransfer in die Sportspielforschung und präsentiert erste Ergebnisse zur Schätzung der Ermüdung mit Hilfe des Spektralen Ermüdungsindex (SEI) zunächst auf Basis von Positionsdaten aus dem Training.

Methode: Im Training eines deutschen Erstligisten wurden Positionsdaten mit Hilfe eines Trackingsystems (LPM [2]) mit einer Frequenz von ca. 80 Hz erhoben. Mit Hilfe einer Fourier-Transformation der Beschleunigungswerte für ein Zeitfenster von 25 Sekunden wurde ein Frequenzspektrum dieser Zeitfenster generiert. Für jedes Spektrum operationalisiert das 80er-Perzentil (=SFI) die Fähigkeit, schnelle und kurze Bewegungen auszuführen, also die zentralnervöse Ermüdung. Zur Validierung dieser Annahmen wurde in einem ersten Schritt der Verlauf des SFI in Trainingsinhalten untersucht, die Ermüdung induzieren sollten.

Ergebnisse und Diskussion: 10 Spieler führten zweimal eine hochbelastende Spielform (5 gegen 5; 4*7'.2' Pause, bzw. 5*8'.1' Pause) durch. Der Mittelwert des SFI verringerte sich jeweils signifikant: RM-Anova mit Greenhouse-Geisser Korrektur F=7,158; p=0,019; eta²=0,443 bzw. F=6,516; p=0,019; eta²=0,318). Bemerkenswert ist, dass die Herzfrequenz zwar gleichfalls anstieg, aber wegen des Deckeneffekts eine andere Verlaufsqualität als der SFI aufweist und die Durchschnittsgeschwindigkeit sogar zunimmt und somit nur schwierig als Ermüdungsindikator interpretierbar ist. Die Ergebnisse zeigen, dass der SFI als neuer Indikator zur Ermüdungsschätzung im Fußball dienen kann.

Literatur: 1. DI SALVO V, ET AL: Int J Sports Med 30 (2009) 205-212. 2. WOUTERS GPF, ET AL: JSAMS, 13 (6) (2010) 641-645. 3. CARLING C, ET AL: SportsMed 38 (10) (2008) 839-862. 4. MILEVA K, ET AL: JSS, 27 (6) (2009) 611-623.

Referat Nr. 238 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:10 Uhr):

Die Wirkung eines supramaximalen, intervallartigen Trainings auf die Sprint-, Ausdauer- und Regenerationsfähigkeit

Eigendorf J, Chouchakov V, Maassen N

Institut für Sportmedizin, Medizinische Hochschule Hannover

In jüngster Vergangenheit haben wir verschiedene Formen des hochintensiven, intervallartigen Trainings (IT) untersucht. In der aktuellen Studie sind die Auswirkungen eines dreiwöchigen IT mit 90 Wiederholungen bei einem Zyklus von 6 s Belastung bei 250% der W_LmaxStuf und 24 s Pause (3 Einheiten/Woche über 3 Wochen) auf Sprint-, Ausdauer- und Regenerationsfähigkeit untersucht worden. An der Untersuchung nahmen acht Probanden aus unterschiedlichen Sportarten teil. Alle Studienteilnehmer absolvierten drei fahrradergometrische Eingangs- (ET) und drei Ausgangstests (AT), jeweils bestehend aus einem Stufen- (ST), einem Dauer- (DT) und einem doppelten Wingate-Test (WT). Der ST diente zur Ermittlung der VO₂peak. Der DT wurde bei einer Leistung von 80% W_Lmax-Stuf absolviert und bestimmte die Ausdauerkapazität. Beim doppelten WT wurden die Leistungen des 1. WT zur Bestimmung der Sprintfähigkeit genutzt. Nach einer Pausendauer von 60 s startete der 2. WT. Das Verhältnis der Leistungsfähigkeit im 2. WT zum 1. WT wurde als Maß für die Regenerationsfähigkeit herangezogen. Während des Trainings lag die mittlere [Lak] bei 3,4 (±1,6) mmol·l⁻¹. Die Probanden steigerten ihre Leistungen von ET zum AT im ST (6,1%; p<0,01) und im DT (39,1%; p<0,01). Im WT wurden signifikante Leistungssteigerungen der mittleren Leistung im 1. WT (3,2%; p<0,05) und im 2. WT (8,4%; p<0,05) ermittelt. Die Spitzenleistung wurde nur im 2. WT signifikant verbessert (12,8%; p<0,01). Die VO₂peak und [Lakpeak] waren im ST nicht verändert. Auch die VO₂ und die [Lak] am Ende des DT blieben unverändert. Im 1. WT blieb die VO₂ unverändert. Im 2. WT war die VO₂ um ca. 6,3% erhöht (p<0,05). Der Anstieg der [Lak] während der Belastung war in beiden WT signifikant größer (p<0,05). Der RQ wurde auf submaximalen Belastungsstufen nicht verändert. Bei 80% W_LmaxStuf (=95% VO₂peak) ist das Absinken des RQ weitgehend durch die Abnahme der Ventilation (p<0,05) zu erklären. Ein hochintensives, intervallartiges Training ist geeignet Sprint-, Ausdauer- und Regenerationsfähigkeit gleichzeitig zu verbessern. Diese Verbesserungen traten ohne eine Erhöhung der VO₂peak auf. Zudem wurde die Laktatkurve bezogen auf die VO₂ nicht verändert. Da sich auch der RQ nicht veränderte, sprechen die Ergebnisse für Verbesserungen, die nicht durch Anpassungen des aeroben Stoffwechsels hervorgerufen werden. Bei hohen Intensitäten (ST; 1. WT) zeigte sich in den Ausgangstests ein verbesserter Wirkungsgrad gegenüber den Eingangstests.

Referat Nr. 240 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:20 Uhr):

Auswirkungen von zwei unterschiedlichen hochintensiven Trainingsmodellen auf jugendliche Sprint-Athleten

Jang JT¹, Chan YS², Chen CH³, Wang YC³

¹Institute of Sports Training Science, National Taiwan Sport University,

²Department of Adapted Physical Education, National Taiwan Sport University,

³Graduate Institut of Coaching Science, National Taiwan Sport University

Einführung: Die Untersuchung energetischer Leistungsgrundlagen ist eine unentbehrliche Voraussetzung für eine sportmedizinische Einflussnahme auf die Trainingssteuerung. In den letzten Jahren wurden in einer großen Anzahl von Studien die Auswirkungen hochintensiven Trainings (HIT) untersucht, wobei über die Gestaltung für jugendliche Sprinter noch relativ wenige Erkenntnisse vorliegen. Ziel war es deshalb zu untersuchen, inwiefern sich Intervall- und Wiederholungsmethode hinsichtlich ihrer Effekte auf die Laktatkonzentration und den Ammoniakwert (als metabolischen Reiz) unterscheiden.

Methodik: Die Untersuchung von 9 jugendlichen Sprintern (17,7±0,7 Jahre, Größe: 171,1±4,8 cm, Gewicht: 63,7±4,8 kg) wurde mit zwei hochintensiven Trainingsmodellen nacheinander durchgeführt. Beim ersten Modell war der Reizumfang 2 x 3 x 80 m-Sprint (HIT), die Pausen zwischen jeder Wiederholung lagen bei 3 min, zwischen jedem Satz bei 10 min. Der Reizumfang bestand beim zweiten Modell aus 6 x 80 m-Sprint (HWT), die Wiederholungspausen betragen 5 min. Zwischen beiden Modellen lag eine Erholungszeit von 24 Stunden. Unmittelbar während der Belastungsintervalle (3 und 6) wurden die Blutproben zur Bestimmung des Laktats erhoben, für die Bestimmung des Ammoniakwertes (NH₃) geschah dies nach dem 3. Intervall und dem 6. Intervall sowie auch nach der Erholungszeit von 5 min (E5).

Ergebnis: Die Laktatkonzentration im HIT betrug nach dem 3. Belastungsintervall 15,5±3,3 mmol/l und nach dem letzten Belastungsintervall 20,3±2,4 mmol/l (6 x). Im HWT erreicht die Laktatkonzentration nach dem 3. Intervall 13,6±3,3 mmol/l und nach dem 6. Intervall 19,1±3,4 mmol/l. Die Differenz der NH₃-Konzentration zwischen den beiden Modellen belief sich auf -93,9 µl (3 x, p<0,01) und -31 µl (6 x, p<0,05). Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen, dass die Laktatkonzentration des zweiten Modells (HWT) niedriger als im ersten Modell (HIT) ist. In dieser Studie wurde im Bezug auf den wesentlichen Energieparameter Ammoniak ein besserer Energiestoffwechsel durch HWT als durch HIT erzielt. Beide Modelle führen zu einer hohen Laktat- und Ammoniakkonzentration. Weitere Auswirkungen sollen hinsichtlich der Anpassungszeit auf beide Modelle analysiert werden.

Referat Nr. 241 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:25 Uhr):

Vergleichende Untersuchung von Sauerstoffaufnahme und Energieumsatz während eines Dauerlauftrainings und eines intensiven Intervalltrainings in verschiedenen Sportspielen

Franke J, Hinrichs T, Platen P

Lehrstuhl für Sportmedizin und Sporternährung, Ruhr-Universität Bochum

Einleitung: Die Bedeutung des Ausdauertrainings im Sportspiel wurde ausgiebig untersucht. In diesem Zusammenhang werden sowohl ein extensives Dauerlauftraining (DT) als auch ein intensives Intervalltraining (IT) diskutiert. Ergebnisse vergleichender Interventionsstudien zeigten ähnliche positive Effekte auf die Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit. Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Analyse der Sauerstoffaufnahme (VO_2) und des Energieverbrauchs (EE) während dieser beiden Trainingsformen als mögliche Faktoren der aeroben Anpassung.

Methodik: 43 Sportspieler (22 m., 21w.) aus 3 Sportspielen (12 Basketball, 10 Fußball, 21 Handball) nahmen teil. Sie absolvierten einen Laufbandtest zur Bestimmung von max. Sauerstoffaufnahme ($\text{VO}_{2\text{max}}$) und max. Herzfrequenz (Hfmax) sowie einen Feldstufentest zur Bestimmung der Geschwindigkeit bei 4 mmol/l Laktat (v4). Hieraus wurden die individuellen Intensitätsbereiche für DT (45 min bei 75% der v4) und IT (4 x 4 min bei 95% der Hfmax) festgelegt. Jeder Spieler absolvierte in randomisierter Reihenfolge jeweils eine Trainingseinheit DT und IT. Die Einhaltung der vorgegebenen Intensitätsbereiche wurde mittels HF-Messung kontrolliert. Während beider Trainingseinheiten erfolgte eine Atemgasanalyse zur Bestimmung von VO_2 und VCO_2 . EE wurde mit der modifizierten Formel von de Weir berechnet ($\text{EE} = 3,94 \text{VO}_2 + 1,11 \text{VCO}_2 - 2,17 \text{UN}$)

Ergebnisse: Die mittlere $\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/min/kg) lag bei den Männern bei $45,3 \pm 3,5$ und bei den Frauen bei $41,6 \pm 6,1$, die mittlere v4 (m/s) betrug für Männer mit $3,7 \pm 0,3$ und für Frauen $3,3 \pm 0,2$. Die Sportartenzugehörigkeit der Spieler zeigte keinen Interaktionseffekt. Die mittlere VO_2 lag im 45 min. DT (133 ± 26 l) sig. über den Werten des 32 min. IT (86 ± 15 l). Der EE lag im DT (620 ± 121 kcal) sig. über dem erreichten Mittel im IT (401 ± 75 kcal). Diese sig. Unterschiede waren auch beim Vergleich beider Trainingsmethoden für die gleiche Zeitspanne (50min, inkl. Erwärmung + Cool Down) zu beobachten. Unter Belastung war in beiden Trainingsformen ein leichter Abfall der VO_2 bei Männern und Frauen zu beobachten.

Diskussion und Zusammenfassung: VO_2 und EE lagen im DT sig. über den Werten des IT. Wie in vorangegangenen Studien mehrfach gezeigt, haben die beiden Trainingsformen ähnliche Effekte auf die Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit. Im Zusammenhang mit den hier ermittelten Ergebnissen scheinen VO_2 und EE nicht die Haupteinflussfaktoren für die Adaptationsprozesse zu sein. Andere Faktoren (z.B. Trainingszeit an der $\text{VO}_{2\text{max}}$) erscheinen wichtiger. Der leichte VO_2 Abfall unter Belastung stellt eine Kontrolle der Trainingsbereiche mittels HF in Frage. Grund für diese Annahme ist der erhöhte Sympathikotonus nach dem ersten Intervall. Er macht es den Spielern einfacher den vorgegebenen Intensitätsbereich in den folgenden Intervallen zu erreichen.

Referat Nr. 243 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:35 Uhr):

Krafttraining im Nachwuchsleistungssport – Gemeinsame Wissenschaftliche Standortbestimmung von BISp, dvs, DGSP, GOTS und GPS

Horn A

Fachgebiet Trainingswissenschaft, Bundesinstitut für Sportwissenschaft

Im leistungsorientierten Sport von Kindern und Jugendlichen ist die gezielte Entwicklung der Muskelkraft elementarer Bestandteil des langfristigen Leistungsaufbaus. Bei den Trainerinnen und Trainern bestehen jedoch, vor allem auch aufgrund einer unzureichenden wissenschaftlichen Absicherung, Unsicherheiten über die Möglichkeiten und Grenzen von Krafttraining mit Heranwachsenden sowie über geeignete Trainingsmethoden und deren zu erwartende Wirkungen. Insofern sind eine systematische wissenschaftliche Bearbeitung des Themas einerseits sowie eine darauf aufsetzende fundierte Beratung der Trainerinnen und Trainer andererseits dringend erforderlich.

Im Auftrag des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (BISp) wurden zwei wissenschaftliche Expertisen 'Krafttraining im Nachwuchsleistungssport' von jeweils interdisziplinären, sportwissenschaftlich-sportmedizinischen Arbeitsgruppen erstellt (VF 080511/07-08; 080512/07-08). Diese wurden im Rahmen eines BISp-Symposiums im April 2010 in Bonn vorgestellt und diskutiert. Auf diesen Vorarbeiten aufbauend konnte im November 2010 nach intensiven Erörterungen eine wissenschaftliche Standortbestimmung gemeinsam mit den wichtigsten sportwissenschaftlichen und medizinischen deutschen Ständesorganisationen mit Themenbezug zum Krafttraining im Nachwuchsleistungssport (dvs, DGSP, GOTS, GPS) verabschiedet werden.

Da in der Vergangenheit medizinische und sportwissenschaftliche Sichtweisen zum Thema erheblich differierten, kann das Papier als Meilenstein einer gemeinsamen Verständigung angesehen werden. Es fasst evidenzbasierte Aussagen und wissenschaftliche Expertenmeinungen sowie bestehende Forschungsdefizite thesenartig zusammen und gibt Empfehlungen zur Standardisierung und Qualitätssicherung von Krafttrainingsstudien mit Heranwachsenden. Damit soll es Diskussionsgrundlage, Ausgangspunkt und Wegweiser für zukünftige Forschungsarbeiten in der Sportwissenschaft sowie in der Kinder- und Jugendmedizin sein.

In dem Beitrag werden die Hintergründe und die Genese der wissenschaftlichen Standortbestimmung aufgezeigt, die Struktur und Inhalte des Papiers vorgestellt sowie zukünftige Strategien des BISp für die Forschungsförderung und den Wissenstransfer präsentiert.

Referat Nr. 242 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:30 Uhr):

Entwicklung der Leistungsfähigkeit von Nachwuchs-Triathleten nach zwei Trainingsblöcken mit unterschiedlicher Intensität in der Saisonvorbereitung

Zinner C, Wahl P, Bloch W, Mester J

Das deutsche Forschungszentrum für Leistungssport, Deutsche Sporthochschule Köln

Einleitung: Die direkte Wettkampfvorbereitung in Ausdauersportarten, wie z.B. Triathlon, ist normalerweise durch lange Trainingseinheiten im Grundlagenbereich gekennzeichnet, welche oft kurz vor dem ersten Wettkampf durch intensive Anteile ergänzt werden. In der vorliegenden Studie sollte untersucht werden, wie sich ein 2-wöchiger HIT Schock-Mikrozklus in der Vorbereitungsperiode auf die weitere Leistungsentwicklung auswirkt.

Methoden: An den Untersuchungen nahmen 13 Nachwuchs-Triathleten (10 Jungen, 3 Mädchen) teil ($15,6 \pm 1,8$ Jahre; $172,4 \pm 9,3$ cm; $58,3 \pm 8,8$ kg). Insgesamt absolvierten die Athleten zwei Trainingsphasen. In der ersten 2-wöchigen Trainingsphase wurde ausschließlich hochintensiv trainiert und in der zweiten 2-wöchigen Phase ausschließlich umfangsorientiert. Jeweils eine Woche vor und nach den Phasen absolvierten die Probanden einen Rampentest zur Ermittlung der maximalen Sauerstoffaufnahme, ein 20-minütiges Zeitfahren sowie einen Wingate Anaerobic Test. Alle Tests wurden auf einem Radergometer (SRM, Jülich) absolviert.

Ergebnisse: Die rel. $\text{VO}_{2\text{max}}$ der Athleten zeigte im Laufe der akuten Saisonvorbereitung keinerlei Veränderung. Die mittlere Leistung im Zeitfahren sowie die maximale Leistung im Rampentest waren nach der ersten hoch intensiven Trainingsphase signifikant erhöht. Durch die zweite, umfangsorientierte Trainingsphase, kam es zu keiner weiteren Steigerung der Leistungen in beiden Tests. Die maximale Leistung des Wingate Tests war nach keiner Phase signifikant verändert. Die mittlere Leistung sowie der Ermüdungsindex waren nach der ersten Trainingsphase unverändert und signifikant verschlechtert nach der zweiten Phase.

Diskussion: Wir konnten zeigen, dass sich bei Nachwuchs-Triathleten die Leistung vor allem nach einem Trainingsblock mit hoch intensiven Einheiten verbessert. Ein im Anschluss durchgeführtes Training im Grundlagenbereich führte in dieser Studie zu keiner weiteren Verbesserung der Leistungsfähigkeit. Weiterhin konnten wir trotz der hohen Intensitäten bereits in der Vorbereitungsphase keine Überlastungserscheinungen der Athleten feststellen.

Referat Nr. 244 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:40 Uhr):

Der Einfluss eines kontrollierten Trainings- und Ernährungsregims auf die Entwicklung der Ausdauer und das Körpergewicht bei untrainierten Frauen

Föhrenbach R¹, Strater C²

¹Institut für Sportdiagnostik,

²Fitness- u. Gesundheitszentrum, Get-Fit, Höchst

Eine kontrollierte Kalorienaufnahme bzw. bewegungsbedingter Kalorienverlust vermag das Körpergewicht und die körperliche Leistungsfähigkeit zu beeinflussen. Dieser Zusammenhang wurde im Zeitraum von 10 Wochen durch ein dokumentiertes Ernährungs- und Trainingsregime an 49 untrainierten Frauen (Alter: $43,9 \pm 11,9$ Jahre, Gewicht: $80,2 \pm 16,1$ kg, Körperhöhe: $166 \pm 6,57$ cm), Mitgliedern eines Fitnessstudios, untersucht. Auf dem Radergometer wurde eingangs, nach 5 Wochen und nach 10 Wochen die aerobe Leistungsfähigkeit mittels Laktat und Herzfrequenz (HF) an der anaeroben Schwelle (4 mmol/l Laktat, P4) im Stufentest untersucht. Die Probanden dokumentierten im gesamten Untersuchungszeitraum ihr tägliches Ernährungs- und Trinkregime.

Sie wurden angehalten, abends wenig oder/und eiweißkonzentriert (ohne Kohlenhydrate) zu essen und im Tagesverlauf 3 Liter Flüssigkeit zu konsumieren. Der Kalorien- und Fettgehalt wurde täglich analysiert und wöchentlich korrigiert. Es wurde 3 x wöchentlich mindestens 45 min mit verschiedenen Ausdauerbewegungsformen (Rad, Crosswalker, walking) meist im Wechsel trainiert. Die Belastungsintensität im Training wurde anhand der eigenen Software berechnet und anhand der laktatgeigten HF vorgegeben - im Retest nachjustiert - und lag immer bei minimalen Laktatkonzentrationen.

Die wesentlichen Ergebnisse lauten: P4 stieg von anfangs $106,87 \pm 25,84$ Watt auf $122,5 \pm 27,34$ Watt signifikant ($p < 0,01$), bzw. nach 10 Wochen auf $131,79 \pm 29,0$ Watt hochsignifikant ($p < 0,001$). Das Ausgangsgewicht betrug $82,02 \pm 16,1$ kg, nach 5 Wochen $78,9 \pm 15,9$ kg (n.s.) bzw. 10 Wochen $76,3 \pm 16,01$ kg (signifikant, $p < 0,05$). Die Streuung betrug $1,5 - 11,2$ kg. Der Fettanteil in der Ernährung nahm von $57,15 \pm 17,5$ gr/d auf $26,1 \pm 5,2$ gr/d nach 10 Wochen ab ($p < 0,001$). Der BMI nahm von $29,1 \pm 5,1$ auf $26,2 \pm 6,12$ signifikant ab ($p < 0,01$). Die relative Wattleistung an der anaeroben Schwelle (P4: Körpergewicht) stieg von anfangs $1,35 \pm 0,39$ auf $1,61 \pm 0,41$ ($p < 0,01$) nach 5 Wochen bzw. $1,77 \pm 0,50$ Watt/kg/Körpergewicht nach 10 Wochen an ($p < 0,001$).

Die Ergebnisse bestätigen, dass mit einem milden mindestens 3 x pro Woche durchgeführtem Cardio-/Fettstoffwechseltraining in Verbindung mit einer fett- und kalorienreduzierten bzw. eiweiß-orientierten Ernährung am Abend bereits nach 5 Wochen signifikante Zunahmen der Ausdauerleistungsfähigkeit und Abnahmen des Körpergewichts bei untrainierten Frauen zu erzielen sind.

Referat Nr. 245 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:45 Uhr):

Ermittlung der Effektivität eines koordinativen Trainings mit der MFT-Trim Disc im Bezug auf die Gleichgewichtsfähigkeit im Leistungssport Handball

Fehske K¹, Linder S², Roth R², Meffert RH¹

¹Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Würzburg,

²Institut für Sportwissenschaft und Sport Julius Maximilian Universität Würzburg

Einleitung: In den koordinativ anspruchsvollen Sportarten wie Basketball, Fußball und Handball kommt den koordinativen Fähigkeiten mehr und mehr Beachtung zu. Die sensorimotorische Lernfähigkeit soll erhöht und dadurch neue bzw. schwierige Bewegungen schneller und effektiver erlernt werden. Ein hohes Niveau von koordinativen Fähigkeiten erhöht die Ökonomie jeder Bewegung. Auswirkungen eines sensorimotorischen Trainings sind Prävention und Rehabilitation nach Verletzungen. Gerade im Handballsport müssen die Athleten durch den hohen physischen Einsatz über eine gut ausgeprägte basale Gleichgewichtsfähigkeit verfügen. Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war die Effektivität eines achtwöchigen koordinativen Trainings der Gleichgewichtsfähigkeit im Leistungssport Handball zu untersuchen

Material und Methoden: Insgesamt 16 Handballer (Junioren Nationalmannschaft) wurden in zwei gleich große Gruppen (Gruppe A: Trainingsgruppe, Gruppe B: Kontrollgruppe) unterteilt. Alle Probanden unterzogen sich einmals dem S3-Körperstabilitätstests der Firma MFT, welcher unter anderem zu einem individuellen Sensorimotorikindex (SMI) und Stabilitätsindex (STI) führt. Gruppe A trainierte 8 Wochen in insgesamt 24 Trainingseinheiten (3 pro Woche) nach einem standardisiertem Übungsplan mit der „Trim Disc“ der Firma MFT, eine multidirektional instabile runde Plattform. Zuvor erfolgte eine individuelle Einweisung in das Trainingsgerät.

Ergebnisse: Gruppe A zeigte eine prozentuale Verbesserung bzgl. des STI I von 23,57% und beim STI II von 13,89%. Die Kontrollgruppe konnte sich beim STI I um 14,82% und beim STI II um 16,83% verbessern. Der SMI I verbesserte sich in Gruppe A um 18,86%, der SMI II um 8,73%. Die Kontrollgruppe verbesserte sich beim SMI II um 20,07% und beim SMI I um 11,76% gesteigert.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Steigerung für die verschiedenen objektiven Indizes innerhalb der Interventionsgruppe, auf teilweise signifikantem Niveau (Stabilitätsindex für die links/rechts-Achse). Anhand der gewählten fünfstufigen Skala konnten keine positiven Effekte des koordinativen Trainings auf die subjektiv wahrgenommene Gleichgewichtsfähigkeit festgestellt werden. Insgesamt sind die erhobenen Daten, aufgrund der geringen Probandenzahl, hohen Disparitäten unterworfen. Um temporäre Veränderungen und langfristige Effekte feststellen zu können, müsste zudem eine Studie über einen längeren Zeitraum als acht Wochen mit mehreren Testphasen angesetzt werden.

Referat Nr. 247 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:55 Uhr):

Verletzungsprävention als Bestandteil der Trainingspraxis bei hessischen D-Kaderathleten

Bretz F, Rosenhagen A, Vogt L, Banzer W

Sportmedizin, Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt

Einleitung: Untersuchungen bei Landeskaderathleten zeigen eine Verletzungsprävalenz von 3,6% bei den jährlichen medizinischen Checkups. (2) Gesundheitspräventives Training ist geeignet, diese Anzahl zu reduzieren. (1) Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Umfang und die Art der im Bereich der hessischen D-Kader durchgeführten präventiven Maßnahmen hinsichtlich einer Verletzungsprophylaxe, besonders unter dem Blickwinkel eines sensorimotorischen Trainings, zu ermitteln.

Methodik: Zur quantitativen und qualitativen Erfassung des durchgeführten sensorimotorischen Trainings erfolgten qualitative Telefoninterviews mit in Hessen tätigen D-Kadertrainern für Ballsportarten und Rückschlagspiele. Es wurde das Verletzungsausfallen (Hauptkategorie I), die Möglichkeiten der Verletzungsprävention (Hauptkategorie II) sowie die Trainingsgestaltung (Hauptkategorie III) analysiert. Die Auswertung der Informationen wurde mit Hilfe der zuvor ermittelten Haupt- und Subkategorien und entsprechenden Ausprägungsgraden durchgeführt. Während im Fußball und Badminton keinerlei Vorgaben in Form von Leitlinien oder Rahmentrainingsplänen bestehen, liegen für Handball ein Rahmentrainingskonzept und für Tennis, Volleyball und Basketball von Trainern erstellte Leitlinien, welche mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet wurden, vor.

Ergebnisse: Die Resultate auf Grundlage der Interviews zeigten zwar in allen untersuchten Sportarten, mit Ausnahme des Fußballs, Übungen mit dem Ziel der Verletzungsprophylaxe mit einem durchschnittlichen Trainingsanteil von 18,5%, jedoch findet nur in den Sportarten Handball, Fußball (nicht mit dem Ziel der Verletzungsprophylaxe) und Tennis speziell ein sensorimotorisches Training statt. Unabhängig von der Art der Vorgaben wird nur im Bereich Handball und Tennis auf die Durchführung eines sensorimotorischen Trainings hingewiesen.

Schlussfolgerung: Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass einem sensorimotorischen Training und der Verdeutlichung seiner Wichtigkeit zur Verletzungsprophylaxe in Zukunft ein höherer Stellenwert als bisher zugemessen werden sollte. Unzukünftigen Überarbeitungen der Trainingsinhalte sind daher Angaben zur Trainingsgestaltung und Informationen zu den Effekten eines sensorimotorischen Trainings zu berücksichtigen. Um die Athleten für Präventionsmaßnahmen zu sensibilisieren, könnte eine Vermittlung der zugrunde liegenden Literatur sinnvoll sein.

Literatur: HÜBSCHER ET AL.: Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. Med Sci Sports Exerc 42 (2010) 413-421.

Referat Nr. 246 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 12:50 Uhr):

Resultate eines Gleichgewichtstraining im Vergleich zu Krafttraining bei Basketballern einer höheren Spielklasse

Heitkamp HC, Pertz N, Rapp W, Nieß A

Med. Klinik, Abtlg. Sportmedizin, Tübingen

Bei Judokas konnten wir einen vergleichbaren Kraftzuwachs der Oberschenkelmuskulatur nach Gleichgewichtstraining zeigen. Jetzt sollte diese Frage bei männlichen Basketballern geprüft werden. Von 17 Spielern wurde 8 (17 ± 1,2 Jahren) zu dem Krafttraining und 9 im Gleichgewichtstraining (20 ± 4 Jahren) zugelost. Für die Kontrollgruppe konnten 4 (22 ± 3,5 Jahre) gewonnen werden. Das Training umfasste 8 Wochen 3 mal eine halbe Stunde Krafttraining als Legpress und Beincurl bei 70% der Maximalkraft mit 20 Wiederholungen und einer mäßigen Progression, beim Gleichgewichtstraining Übungen für die vordere und für die hintere Oberschenkelmuskulatur auf instabilen Unterlagen wie Wackelbrett, Weichbodenmatte und Pezziball. Ergebnisse: Das Krafttraining erbrachte einen Kraftzuwachs in der isokinetischen Extension bei 60°/s rechts von 215 auf 221, links von 214 auf 212, nach Gleichgewichtstraining rechts von 211 auf 232 und links von 202 auf 216 Nm und bei 120°/s nach Krafttraining rechts 182 auf 196 und links von 180 auf 184 Nm, nach Gleichgewichtstraining rechts 190 auf 204 und links von 185 auf 190 Nm; bei der Isometrie nach Krafttraining rechts von 292 auf 309, links von 209 auf 293, nach Gleichgewichtstraining rechts von 284 auf 304, links von 276 auf 292 Nm, nach exzentrischer Isokinetik bei 60°/s nach Krafttraining rechts 127 auf 131, links 120 auf 125, nach Gleichgewichtstraining rechts 122 auf 161 und links von 120 auf 150 Nm; bei der Flexion bei 60°/s rechts von 119 auf 126, links von 109 auf 119 Nm, nach Gleichgewichtstraining rechts von 126 auf 140, links von 123 auf 139 Nm. Bei der Isokinetik bei 120°/s nach Krafttraining rechts von 104 auf 116, links von 99 auf 104, nach Gleichgewichtstraining rechts von 113 auf 123, links von 115 auf 121 Nm, für die Isometrie nach Krafttraining rechts von 132 auf 146, links von 146 auf 138, nach Gleichgewichtstraining rechts von 140 auf 157, links von 144 auf 146 Nm; bei der exzentrischen Kraft bei 60°/s nach Krafttraining rechts von 227 auf 257 und links von 219 auf 243, sowie nach Gleichgewichtstraining rechts von 220 auf 257 und links von 209 auf 237 Nm. Nach Krafttraining änderte sich die Standzeit auf dem rechten Bein von 9,3 auf 8,2 und links von 15,2 auf 8,7 s, nach Gleichgewichtstraining vom 9,9 auf 20 s und links von 9,5 auf 10,3 s. Beim Stabilmeter sank die Zahl der Bodenkontakte nach Krafttraining von 4,9 auf 4,3 rechts und von 6,9 auf 5,2 links, sowie nach Gleichgewichtstraining rechts von 5,2 auf 3,6 und links von 6,2 auf 4,6 s. Gleichgewichts- und Krafttraining erzielen einen ähnlichen Zuwachs an Kraft, bei den Flexoren mehr als bei den Extensoren. Muskuläre Dysbalancen werden kaum ausgeglichen. Gleichgewichtstraining sollte bei ähnlichem Kraftzuwachs der Vorzug gegeben werden, um eine deutlich bessere Balancefähigkeit zu erzielen.

Referat Nr. 248 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 13:00 Uhr):

Häufigkeit und Art von Verletzungen im deutschen Rugbysport

Dobs K, Griegeret A, Wacha H, Banzer W

Institut für Sportwissenschaft/Sportmedizin, Goethe Universität Frankfurt am Main

Hintergrund: In Deutschland ist Rugby eine Randsportart und setzt sich aktuell aus 108 Vereinen mit 11.656 Mitgliedern zusammen. Generell wird der Rugbysport mit einer erhöhten Verletzungshäufigkeit assoziiert, eine kontrollierte und umfassende Erhebung von Verletzungen in Deutschland wurde bisher jedoch nicht durchgeführt.

Ziel: Ziel der aktuellen Studie ist es, die Verletzungsarten und -häufigkeiten des Rugbysports in Deutschland zu erfassen. Aus den erhobenen Daten sollen präventive Maßnahmen für Training und Wettkampf abgeleitet werden. Material und Methode: Es wurde ein retrospektiver Fragebogen zur Erfassung der beim Rugbysport entstandenen Verletzungen der letzten zwei Jahre entwickelt. Diese wurde über eine Onlineplattform zugänglich gemacht und die Befragten wurden per Mail oder durch Internetartikel auf die Befragung hingewiesen. Die Befragung wurde 427-mal aufgerufen aus denen 198 aktive Rugbyspieler (Durchschnittsalter: 25,9 Jahre) aus Deutschland erfasst werden konnten. Berücksichtigt wurden lediglich Verletzungen, die zu einem akuten Belastungsabbruch geführt haben.

Ergebnisse: Insgesamt wurden 291 Verletzungen angegeben (durchschnittliche Verletzungszahl: 1,7 pro Teilnehmer). Ein Großteil der Verletzungen (70%) entstand während des Wettkampfes, die restlichen 30% während des Trainings. Die am stärksten betroffenen Körperregionen waren Schultergürtel (17%), Sprunggelenk (16%), Hand (16%), Kopf (16%) und Knie (12%). Insgesamt waren die unteren Extremitäten (39%) geringfügig verletzungsanfälliger als die oberen Extremitäten (35%), gefolgt von Verletzungen an Kopf und Hals (19%). Die häufigsten Verletzungsarten waren Bandverletzungen (48%), Frakturen (22%) und Prellungen (14%). Auffällig ist, dass 37% der Frakturen im Gesichts-/Schädelbereich auftraten. Der Großteil der Verletzungen entstand während Tackelsituationen.

Diskussion: Insgesamt entsprechen die in Deutschland angegebenen Verletzungen denen anderer internationaler Studien in der Sportart. Zur Reduktion der vergleichsweise höheren Anzahl der Schulterverletzung empfiehlt sich ein präventives Kraft- und Stabilisationstraining. Die höhere Anzahl an Gesichts-/Schädelfrakturen im deutschen Rugbysport lässt auf mangelnde Technik im Tackel schließen. Wirksame Präventivmaßnahmen für diese Verletzung sollten entwickelt werden.

Referat Nr. 249 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 13:05 Uhr):

Einfluss von Krafttraining auf die Körperzusammensetzung und kardiovaskulären Risikofaktoren bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen: eine systematische Übersichtsarbeit

Herbst M, Dietz P, Hoffmann S, Lachtermann E

Institut für Sportwissenschaft / Abteilung für Sportmedizin,
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Mit den steigenden Prävalenzen von Übergewicht und Adipositas nimmt auch das Risiko kardiovaskulärer Erkrankungen bei Kindern und Jugendlichen zu. Aufgrund mangelnder aerober Fitness und sehr geringer Compliance für Ausdauertraining in diesem Kollektiv, rückt Krafttraining zunehmend in den Fokus diskutierter Interventionsmaßnahmen. In dieser Übersichtsarbeit soll zunächst die Auswirkung von isoliertem Krafttraining, ohne den Einbezug diätischer Maßnahmen und Ausdauertraining, auf Körperzusammensetzung und kardiovaskulären Risikofaktoren aufgezeigt werden und im Anschluss diskutiert werden, wie Krafttraining in den Alltag der Kinder und Jugendlichen integriert werden kann.

Nach Prüfung der Ein- und Ausschlusskriterien wurden sechs Studien in die Auswertung einbezogen. In allen Interventionsstudien wurde ein individuell geplantes, angeleitetes Ganzkörperkrafttraining von mittlerer bis submaximaler Intensität durchgeführt. Vier Studien zeigten signifikante Verbesserungen der Körperzusammensetzung. Drei Studien analysierten den Effekt von Krafttraining auf einen oder mehrere kardiovaskulären Risikofaktoren und in einer Studie konnte eine signifikante Senkung des Blutdrucks hergestellt werden.

Ein angeleitetes, individuell geplantes Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen scheint sicher zu sein und auch ohne die Kombination mit Diäten und Ausdauertraining positive Effekte auf die Körperzusammensetzung und kardiovaskulären Risikofaktoren zu haben. Da allerdings in diesem Kontext nur sehr wenig empirische Daten vorliegen, müssen weitere Interventionsstudien durchgeführt werden, um diese Hypothese zu festigen. Ein angeleitetes, individuell geplantes Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen scheint sicher zu sein und auch ohne die Kombination mit Diäten und Ausdauertraining positive Effekte auf die Körperzusammensetzung und kardiovaskulären Risikofaktoren zu haben. Da allerdings in diesem Kontext nur sehr wenig empirische Daten vorliegen, müssen weitere Interventionsstudien durchgeführt werden, um diese Hypothese zu festigen.

Da übergewichtige Kinder und Jugendliche aufgrund eines gegebenen Kraftvorteils bei auf Krafttraining basierenden Übungs- und Spielformen besser abschneiden als bei Fang- und Laufspielen ist anzunehmen, dass Motivation und Compliance demzufolge höher sein werden und Bewegungsprogramme langfristig durchgeführt werden. Daher sollte Krafttraining auch bei Maßnahmen der Verhältnisprävention und Gesundheitsförderung im Settingansatz berücksichtigt werden. Einige Geräte- und Spielzeughersteller haben bereits erste Ansätze geliefert. Krafttrainingsübungen spielerisch und abwechslungsreich auf Spielplätzen und Schulhöfen zu integrieren.

Referat Nr. 251 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 13:15 Uhr):

The Effects of Resistance Training on Visceral Adipose Tissue and Inflammatory Response: a Meta-Analysis

Strasser B¹, Arvandi M², Schobersberger W¹, Siebert U²

¹Department für Medizinische Wissenschaften und Management, UMIT,

²Department of Public Health, Information Systems and Health Technology Assessment, UMIT

Intra-abdominal obesity is an important risk factor for low-grade inflammation, which is thought to partly explain the excess risk of cardiovascular disease associated with obesity. Whether resistance training (RT) alters visceral fat and several proinflammatory cytokines produced in adipose tissue has not been convincingly established. The objective of this study was (1) to perform a meta-analysis of randomized controlled trials (RCT) regarding the effect of RT on a) visceral adipose tissue (VAT) and b) on specific biomarkers of inflammation. One additional aim was (2) to investigate the potential of a dose-response relationship between RT variables (duration, intensity, volume) and assessed outcomes. Studies were retrieved by searching MEDLINE and Cochrane Library (1990 - December 2010). Studies were included if they were RCTs comparing RT with an exercise or non-exercise control group among sedentary healthy or overweight/obese adults. 21 RCTs met our inclusion criteria. We performed random effects meta-analysis to determine weighted mean differences with 95% confidence intervals using the software package Review Manager of the Cochrane Collaboration. A random-effects meta-regression model was performed to examine dose-response relationships between RT variables and assessed outcomes. RT reduced VAT by 10.7 cm³ or 0.19 liter (p=0.04). The pooled reduction in CRP was 0.23 mg/liter (p=0.02). There was no statistically significant effect of RT on serum concentration of adiponectin, leptin, interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha. It appears that there is a dose-response relationship between RT intensity and adiponectin and RT duration and leptin. However, additional research will be necessary to confirm these findings. In summary, this meta-analysis found that RT significantly decreases visceral fat and appears to be effective in reducing resting levels of serum CRP, and therefore should be recommended in the management of obesity.

Referat Nr. 250 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 13:10 Uhr):

Längsschnittstudie zur Untersuchung der Nachhaltigkeit von selbstgesteuertem Training bei Multiple Sklerose Patienten

Kersten S¹, Haas C², Wydra G¹, Mahli M¹

¹Sportwissenschaftliches Institut, Universität des Saarlandes,

²Hochschule Fresenius University of Applied Science

Ziele: Zahlreiche Untersuchungen zu MS und Sport zeigen, dass sich sportliche Aktivität positiv auf die Motorik der Erkrankten auswirkt. Dennoch werden weder Trainingsempfehlungen noch Patientenschulungen angeboten. Die Betroffene tatsächlich beim Training und der Gestaltung der körperlichen Aktivität im Alltag unterstützen. Vieles deutet darauf hin, dass das Bewegungsverhalten eines MS Patienten im Alltag Einfluss auf den jeweiligen Krankheitsverlauf nimmt. Ziel ist es herauszufinden, ob MS Erkrankte Kompetenzen erwerben können, so dass sie sportliches Training in ihren Alltag integrieren, selbstständig steuern und Regenerationszeiten bewusst einsetzen. Methoden: 15 MS Erkrankte im Alter von 48,1 (+9,2) Jahren, EDSS von 4 (+1,5), Scripps Score von 78,2 (+10,22), nahmen an Eingangstests (T0), einem 12-wöchigen Interventionsprogramm, Ausgangstests (T1) und 12 Monate nach T0 an Nachhaltigkeitstests (T2) teil. Die Tests beinhalteten u.a. Timed Up and Go Test (TUG), 6 Minute Walk (6MW), SF 36 und die Fatigue Schwere Skala (FSS). Die Teilnehmer (TN) trainierten in den Bereichen Koordination, Kraft und Ausdauer und wurden in Trainingssteuerung, Belastungsnormativa, Regenerationszeiten, Abbruchskriterien und Umgebungsbedingungen geschult. Die Intervention war in 2 Phasen aufgeteilt: In der 1. Phase (6 Wochen) wurde das Training angeleitet. In Phase 2 sollten die TN (unter Aufsicht) eigenständig in Kleingruppen trainieren. Ergebnisse: Die Auswertung des FSS zeigt eine leichte, nicht signifikante Verbesserung der Fatigue von T0 zu T1 und ebenfalls eine leichte, nicht signifikante Verschlechterung von T0 zu T2. Die Leistung im 6MW verbesserte sich signifikant von T0 zu T1 um 15,4%. Im 6MW ergaben sich keine weiteren signifikanten Veränderungen von T1 zu T2. Ergebnisse des TUG zeigen hoch signifikante Verbesserungen der Gehfähigkeit von T0 zu T1 um 23,3% und hoch signifikante Verbesserungen von T0 zu T2 (17%). Zwischen T1 und T2 sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Insgesamt zeigt sich eine signifikante Erhöhung der Lebensqualität (SF 36).

Diskussion: Die Ergebnisse zeigen positive Effekte der 12wöchigen Intervention auf körperliche Leistungsfähigkeit, Lebensqualität und Fatigue. Die Werte aus T2 deuten darauf hin, dass die MS Patienten mindestens über ihrem Ausgangsniveau liegen, wenn nicht sogar ihr Leistungsniveau von T1 beibehalten haben. Die hoch signifikanten Verbesserungen im TUG bestätigen, dass gewonnene Leistungssteigerungen von T1 zu T2 erhalten blieben. Das Training und die erworbenen Kompetenzen führten nachhaltig zu einem veränderten Bewegungsverhalten im Alltag sowie zu einer Steigerung von Selbstbewusstsein und Lebensqualität. Die TN trainierten individuell oder in Kleingruppen nach der Studie weiter.

Referat Nr. 252 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 13:20 Uhr):

Einfluss eines 11-wöchigen Vibrationstrainings im Vergleich zu einem klassischen Sportprogramm auf Körperzusammensetzung, Leistungsfähigkeit und Risikoprofil wenig trainierter Frauen

von Stengel S¹, Bebenek M¹, Willert S², Kemmler W¹

¹Institut für Medizinische Physik, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg,

²Institut für Sportwissenschaft und Sport, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Problemstellung: Ganzkörpervibrationstraining stellt eine alternative Trainingsmethode dar, die sich durch einen geringen Zeitaufwand und einen subjektiv geringen Anstrengungsgrad auszeichnet. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass mittels dieser Methode nicht alle gesundheitlich bedeutsamen Parameter angesteuert werden können. In der vorliegenden Untersuchung gingen wir der Frage nach, welche Parameter der körperlichen Leistungsfähigkeit und welche Risikofaktoren sich durch ein Ganzkörpervibrationstraining im Vergleich zu einem klassischen Training beeinflussen lassen.

Methoden: 70 Frauen im Alter zwischen 30 und 50 Jahren wurden randomisiert in zwei Gruppen aufgeteilt: (a) Vibrationstraining (VTG; n=24); (b) Klassisches Training (KTG; n=46). Die VTG absolvierte zweimal/Woche über 11 Wochen ein 15-minütiges Vibrationstraining (35 Hz, 1,7 - 1,9mm, Vibrafit, Solms, Deutschland). Der Fokus der Übungsdurchführung lag auf der Kräftigung der Beinmuskulatur. Zusätzlich wurden Übungen zur Stärkung der Brust und Armmuskulatur und Dehnübungen durchgeführt. In der KTG erfolgte zweimal/Woche ein 60-minütiges Training mit variierenden Stundenschwerpunkten („Cardio“, „Stability“, „Power“, „Balance“ und „Flexibility“), wobei jede Stunde immer alle Zielbereiche beinhaltete. Eine Belastungssteigerung erfolgte unter Verwendung von Übungsgeräten („Flexi-Bar“, „XCo-Trainer“: Fa. Flexi-Sport). Zu Beginn und nach Beendigung der Intervention wurden Blutentnahmen, eine Bioimpedanz-Analyse (BIA), Kraft-, Ausdauer- und Beweglichkeitstests durchgeführt. Ergebnisse: Beide Interventionen erwiesen sich als wirksam die Bein- und Brustkraft zu steigern, das Gesamtkörperfett zu reduzieren, die Muskelmasse zu erhöhen, Rückenschmerzen und den Blutdruck zu reduzieren, wobei die Effekte mit Ausnahme von Bein- und Brustkraft und Blutdruck, in der KTG tendenziell ausgeprägter waren. Die KTG wies hinsichtlich nahezu aller ermittelter Parameter signifikant positive Veränderungen auf, wobei signifikante Unterschiede im Vergleich zur VTG im Bereich Ausdauerleistungsfähigkeit, Rumpfflexionskraft, Rumpffett, Taillenumfang, Blutfette (HDL, Triglyceride) und 10-Jahres CHD-Risiko zu verzeichnen waren.

Referat Nr. 253 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 13:25 Uhr):

Gesundheitswandern als niedrigschwelliges Bewegungsangebot

Zalpour C

Institut für angewandte Physiotherapie und Osteopathie, Hochschule Osnabrück

Einleitung: Bewegungsmangel ist das zentrale Gesundheitsproblem unserer Gesellschaft, dem durch niedrigschwellige Bewegungsangebote entgegen gewirkt werden kann, insbesondere um eine Breitenwirkung zu entfalten. Durch den Einbezug von Naturerleben und sozialer Komponente eignet sich das Wandern als eine der natürlichsten Bewegungsformen vor allem dazu, auch zunächst bewegungsunaffine Gruppen an regelmäßige Bewegung heran zu führen. In einem ganzheitlichen Ansatz zur Gesundheitsförderung ist das sog. Gesundheitswandern eine Bewegungstherapie mit besonderer Bedeutung für das Körper-Geist-Seele-Erleben.

Material/Methode: In einem vom Bundesministerium für Gesundheit im Rahmen der inform-Initiative geförderten Projekt werden in Kooperation zwischen Deutschem Wanderverband (DWV) und Hochschule Osnabrück sowohl Wanderführer (zertifiziert nach den Rahmenrichtlinien des DWV) als auch Physiotherapeuten als sog. Gesundheitswanderführer ausgebildet, ein nachhaltiges Schulungskonzept umgesetzt und evaluiert, inklusive der Entwicklung eines Handbuchs und Gesundheitswandern selbst vielfältig in der Praxis erprobt. Die Inhalte der Fortbildung werden in einer 5-tägigen Fortbildung mit hohem Praxisanteil vermittelt und leiten sich von sechs Kernzielen moderner Gesundheitssportangebote ab: 1. Stärkung physischer Gesundheitsressourcen, 2. Stärkung psychosozialer Gesundheitsressourcen, 3. Verminderung von Risikofaktoren, 4. Umgang mit Beschwerden und Missbefinden, 5. Aufbau von Bindung an gesundheitssportliche Aktivität, 6. Verbesserung der Bewegungsverhältnisse.

Ergebnisse: Beide Gruppen, Physiotherapeuten und Wanderführer aus dem gesamten Bundesgebiet konnten erfolgreich als Gesundheitswanderführer ausgebildet werden (gegenwärtig n=90). Dazu wurden gruppengemischte Schulungen in Arnberg (Sauerland/NRW), Bad Blankenburg (Thüringer Wald), Weil der Stadt (schwäbische Alb), Willingen (Sauerland/Hessen) und Beerfelden (Odenwald) durchgeführt. Das Schulungsangebot wird gegenwärtig weiter ausgebaut. Gesundheitswanderungen werden bereits jetzt im gesamten Bundesgebiet, meist organisiert über die Mitgliedsvereine des DWV angeboten.

Diskussion: Wandern als niedrigschwelliges und ganzheitliches Bewegungsangebot entfaltet seine gesundheitsförderliche Wirkung erst aus der regelmäßigen Anwendung und eignet sich zur Überwindung von Schnittstellenproblematiken in all den Indikationsgebieten, wo eine nachhaltige Aktivitätssteigerung durch Bewegung angebracht ist. Wird die Notwendigkeit zur Änderung des Lebensstils von Seiten des Patienten erkannt, benötigt dieser v.a. Heimort weiterführende Angebote. Gesundheitswanderungen bieten sich hierzu an.

Schlussfolgerung: Wandern kann als natürliche Bewegungsform des Menschen insbesondere als Hinführung zu einem aktiven Lebensstil integriert werden, da neben der Bewegung auch Naturerleben und Sozialerleben wichtige motivationale Faktoren sind. Zur Nachhaltigkeitssicherung kann regelmäßiges Gesundheitswandern angeleitet von lokalen Gesundheitswanderführern empfohlen werden. Sportmediziner sollten dieses Angebot kennen und in das Portfolio ihrer Patienteneempfehlungen aufnehmen.

Referat Nr. 255 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 13:35 Uhr):

Prädisponierende Faktoren für die Dauer von Arbeitsunfähigkeit bei dienstlichen Sportverletzungen

Gundlach N¹, Sammito S¹, Böckelmann I²

¹Fachsanitätszentrum Augustdorf, Bundeswehr,

²Bereich Arbeitsmedizin, Universität Magdeburg

Einleitung: Sportliche Aktivität dient neben der Vermeidung von Stoffwechselerkrankungen und der Reduzierung des Risikos für Herz-Kreislauferkrankungen der Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Insbesondere letzteres wird im Rahmen des Dienstsports in bestimmten Arbeitsbereichen (Polizei, Feuerwehr, Militär) angestrebt. Da die Teilnehmer jedoch sowohl an Vorkenntnissen als auch an technischen Fähigkeiten nicht mit Vereins- und Spitzensportlern verglichen werden können, die regelmäßig diese Sportarten trainieren, sind Kenntnisse aus diesen Bereichen nicht ohne weiteres übertragbar. Für die Unfallprävention sind neben dem Wissen über verletzungsreiche Sportarten auch prädisponierende Faktoren für die Dauer der an die Verletzung anschließenden Arbeitsunfähigkeit von Interesse.

Methoden: Hierzu wurden im Rahmen der GAMSIS-II-Studie (German army military study about injuries in sport) beim Vorkommen der Sportverletzungen an einem Standort mit 4.300 stationierten Soldaten ein Fragebogen zum Unfallhergang, zum vorangegangenen Nachtdienst und zu eigenen sportlichen Aktivität neben der Erfassung von Basisdaten und der Dauer der Arbeitsunfähigkeit durch die Verletzung aus den Krankenakten während des Erfassungszeitraum von 2 Jahren prospektiv erfasst.

Ergebnisse: Insgesamt konnten erweiterte Angaben bei 410 Dienstsportverletzungen gesammelt werden. Die Verletzten waren im Mittel 23,3 ± 4,4 Jahre alt. Es zeigten sich tendenziell längere Arbeitsunfähigkeitszeiten bei Verletzungen, die durch andere Sportler verursacht wurden (15,0 ± 24,8 d vs. 11,0 ± 15,5 d, p=0,133), bei Verursachung der Verletzung durch äußere Faktoren (13,1 ± 18,1 d vs. 11,6 ± 18,3 d, p=0,493), bei vorangegangenen Nachtdienst (16,7 ± 22,4 d vs. 11,4 ± 17,7 d, p=0,212), jeweils Vergleichen mit Ausfallzeiten bei Verletzungen, wo entsprechende Faktoren nicht vorlagen) und wenn die Verletzten in Ihrer Freizeit sportlich aktiver waren (Mitglied im Sportverein vs. Nichtmitglied: 13,0 ± 17,9 d vs. 11,6 ± 18,5 d, p=0,448; Mitglied im Fitnessstudio vs. Nichtmitglied: 14,4 ± 26,3 d vs. 11,4 ± 15,4 d, p=0,296; 4 x/Woche sportliche Aktivität und mehr vs. weniger als 4 x/Woche: 13,1 ± 20,5 d vs. 10,6 ± 15,0 d, p=0,170). Lediglich der BMI zeigte signifikante Unterschiede in Dauer der Arbeitsunfähigkeit (BMI = 25 vs. BMI < 25: 16,3 ± 24,2 d vs. 8,5 ± 9,8 d, p < 0,001).

Diskussion: Die hier vorgestellten Daten zeigen mögliche prädisponierende Faktoren für die Dauer der Arbeitsunfähigkeit bei Dienstsportverletzungen, die jedoch bis auf dem BMI nur tendenziell und nicht signifikant mit einer längeren Dauer der Arbeitsunfähigkeit einhergehen. Gerade vermeidbare Verletzungen durch andere Sportler und andere Faktoren (z. B. Untergrund) sollten dennoch soweit wie möglich vermieden werden.

Referat Nr. 254 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 13:30 Uhr):

Speichelcortisolbelastung von vorpubertären Jungen und Männern nach anaerob-laktaziden Intervallbelastungen

Florian F¹, Härtel S², Bös K²

¹Forschungszentrum für Schulsport und den Sport von Kindern,

Karlsruher Institut für Technologie,

²Institut für Sport und Sportwissenschaft, Karlsruher Institut für Technologie

Einleitung: Die Belastungsverträglichkeit von vorpubertären Kindern gegenüber anaerob-laktaziden Belastungen wird in der deutschsprachigen Literatur im Vergleich zu Erwachsenen als stark reduziert beschrieben (Weincke, 2007). Laut Lehman et al. (1980) soll bei Kindern nach anaerob-laktaziden Belastungen eine überproportional hohe Belastung durch Katecholamine hervorgerufen werden. Aktuelle Befunde zur Stresshormonproduktion nach intensiven Belastungen mit Kindern geben jedoch Hinweise auf eine akzeptable Verträglichkeit (Budde et al., 2010). Trotz dieser aktuellen Befunde spiegeln sich diese Erkenntnisse noch nicht in der praxisorientierten Literatur wieder (Killing et al., 2010). Ziel der Untersuchung ist daher der Vergleich der Speichelcortisolkonzentration (SC) nach anaerob-laktaziden Intervallbelastungen zwischen vorpubertären Jungen und Männern.

Methode: Geplant ist, trainierte Jungen (n=30; 10 Jahre) und trainierte Männer (n=30; 25 Jahre) zu testen. Bisher liegen Daten von 14 männlichen Probanden vor (25 ± 2,3 Jahre; 179 ± 5 cm; 72,5 ± 7,3 kg). In den nächsten sechs Wochen finden die Messungen für die restlichen 46 Probanden statt und die Datenerhebung und Auswertung werden voraussichtlich bis Juni 2011 abgeschlossen sein. Alle Probanden absolvieren an einem Versuchstag vier 30-sekündige Wingate anaerobic Tests (WaNT) mit je 2 Minuten aktiver Pause (1,5 W/kg Körpergewicht) zwischen jedem WaNT. Gemessen wird die SC jeweils 3 Minuten vor dem WaNT und nach 30 Minuten passiver Erholung (Sitzen) im Anschluss an den WaNT. Um den Unterschied zwischen der SC im Pre- und Posttest, zwischen den zwei Probandengruppen Männern und Jungen sowie die Interaktion zwischen Testzeitpunkt und Probandengruppe zu untersuchen wird eine Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt.

Ergebnisse: Bei den bisher getesteten Probanden besteht ein signifikanter Unterschied der SC vom Pre- zum Posttest (p=0,005) (Pre: 0,324 ± 0,18 µg/dl; Post: 0,817 ± 0,45 µg/dl). Die vollständigen Ergebnisse liegen bis Juni 2011 vor. Diskussion: Auf Grundlage der Ergebnisse werden die in der Einleitung genannten Widersprüche zur Belastungsverträglichkeit der vorpubertären Kinder gegenüber anaerob-laktaziden Belastungen diskutiert.

Referat Nr. 256 (Postervortrag (5 min)), Sitzung PO-8 (07.10.2011, 13:40 Uhr):

Indirekte Kosten durch vermeidbare Verletzungen beim Dienstsport

Sammito S¹, Gundlach N¹, Böckelmann I²

¹Fachsanitätszentrum Augustdorf, Bundeswehr,

²Bereich Arbeitsmedizin, Universität Magdeburg

Einleitung: Im Rahmen von dienstlicher sportlicher Aktivität wird in einigen Berufsgruppen (Polizei, Feuerwehr, Militär) auch außerhalb von Gesundheitsförderprogrammen oder Betriebssportgruppen versucht, die körperliche Leistungsfähigkeit gezielt zu steigern. Aus präventivmedizinischer Sicht sind die Kenntnisse von vermeidbaren Verletzungen und die damit einhergehenden Kosten durch die Arbeitsunfähigkeit vom hohen Interesse. Untersuchungen aus dem Dienstsport der Bundeswehr zeigen sich aufgrund ihrer Möglichkeit zur Nachverfolgung der Genesung bis zur vollständigen Ausheilung hier als ideale Möglichkeit um ggf. auch Kenntnisse für den Betriebsbereich zu erlangen.

Methoden: Im Rahmen der GAMSIS-II-Studie (German army military study about injuries in sport) wurden über 2 Jahre bei Sportverletzungen an einem Großstandort mit 4300 stationierten Soldaten mittels eines Fragebogens Angaben zum Unfallhergang neben der Erfassung von Basisdaten und der Dauer der Arbeitsunfähigkeit durch die Verletzung prospektiv erfasst. Die indirekten Krankheitskosten durch Weiterzahlung der Bruttoarbeitslöhne während der anschließenden Arbeitsunfähigkeit wurden einschließlich der üblichen Lohnnebenkosten für jeden Patienten berechnet. Von Interesse sind hierbei Verletzungen, die durch äußere Faktoren entstanden sind und damit vermeidbar gewesen wären.

Ergebnisse: Insgesamt konnten 410 Dienstsportverletzungen erfasst werden. Die Verletzten waren im Mittel 23,3 4,4 Jahre alt. Bei 83 der Verletzungen waren äußere Faktoren beteiligt, bei denen insbesondere ungeeigneter Untergrund führend waren (n=66, 80%). Patienten dieser Gruppe waren im Schnitt etwas länger arbeitsunfähig (12,6 ± 17,9 Tage vs. 11,8 ± 18,4 Tage, p=0,294), und verursachten leicht höhere indirekte Krankheitskosten (1223 ± 1846 € vs. 1170 ± 1863 €, p=0,821), wobei diese Unterschiede nicht signifikant waren. Auf Verletzungen mit äußeren, und damit vermeidbaren Ursachen fielen 20,2% der Verletzungen, die 21,2% der Arbeitsunfähigkeitstage und für 20,8% der indirekten Kosten verantwortlich sind.

Diskussion: Die hier vorgestellten Daten zeigen einen hohen Anteil von Verletzungen im Rahmen des Dienstsport, die durch äußere, und damit vermeidbare Faktoren entstehen. Diese verursachen einen Großteil der Arbeitsunfähigkeitstage und der indirekten Kosten. Im Sinne eines sinnvollen Einsatzes des Sports sind diese Verletzungen zu vermeiden. Da Teilnehmer von Betriebssportgruppen in ihren Vorkenntnisse und technische Voraussetzungen den Teilnehmern am Dienstsport ähneln, sollte auch analog den hier gewonnenen Erkenntnisse ein unfallpräventiver Schwerpunkt auf die Vermeidung von Verletzungen durch äußere Faktoren gelegt werden.