

Dipl. Sportwiss. Thorsten Barthel

Belastungsauswirkungen im Abbild hirnelektrischer Veränderungen und Perspektiven für die sportmedizinische Forschung - Analyse bewegungsbezogener Potentiale (MRCPs) und spontaner Elektroenzephalographie (EEG)

Sportliche Belastungsauswirkungen beschränken sich nicht nur auf periphere muskuläre Systeme, sondern sie beziehen die zentrale Steuerungsebene mit ein.

Methodik: In zwei Forschungsansätzen wurden elektroenzephalographisch (EEG) movement-related-cortical potentials (MRCPs) als Ausdruck kortikaler Bewegungsgenerierung bei willkürlichen sportspezifischen Bewegungshandlungen und die zentralnervale Umstellung im Erholungs-EEG erfasst. Im ersten Forschungsansatz erzeugten zur Abgrenzung lokaler von zentralen Ermüdungsmechanismen standardisierte Belastungsregimes, mit Fahrrad- (FB) Armkurbel- (OB) sowie rein kognitiven Belastungen (KB), Beanspruchungssituationen nahe am individuellen Maximum. Darin wurden MRCPs bei willkürlichen rechtsbeinigen Pedalantritten ermittelt, wobei einmal die Testbewegungsmuskulatur gleichzeitig mitbeansprucht und einmal ausgeruht war. In FB-Studie nahmen 14 testgeübte, rechtshändige, ausdauertrainierte, gesunde männliche Freiwillige teil. Davon verblieben 11 in der OB- und 10 in der KB-Situation. Im zweiten Forschungsansatz wurde die hirnelektrische Umstellungsfähigkeit von 21 gesunden, freiwilligen, männlichen, leistungsdifferenzierten ($<4 \text{ Watt/kg}$) Studenten, nach standardisiert erschöpfenden Ergometerbelastungen im Erholungs-EEG untersucht. Zur Kontrolle und Beschreibung der Beanspruchungssituationen dienten weitere Herz-Kreislauf-, Stoffwechsel-, Stress-, und psychometrische Parameter.

Ergebnisse: Die Kontrollparameter bestätigen (Belastungskomplex 1) die vergleichbar hohen (94-97% max. Vortest-Leistung) physischen Beanspruchungssituationen. Die KB-Situation schafft keine vergleichbare Beanspruchung und beeinflusst die gemessenen MRCPs nicht. Qualitativ und quantitativ sind Zunahmen von MRCP-Größen mit zunehmender physischer Beanspruchung (motor potential=MRCPmax und Power), in frontalen (Fz) und zentralen (Cz) Rindenregionen feststellbar. Nach hoher Belastung der Testmuskulatur selbst (FB) zeigen sich signifikant größere frontale und bedingt parietale Negativitäten der MRCPs. Sensorische Einflüsse lokal beanspruchter Testmuskulatur werden als Ursache diskutiert. Im 2. Forschungsansatz können im EEG signifikant geringere Theta-Leistungen fronto-zentral in Früh- und Spätregeneration und erhöhte Alpha2-Leistungen zentro-parietal in Spätregeneration bei „gut-leistungsfähigen“ Sportlern festgestellt werden. Bis auf die HF zeigen sich keine weiteren Gruppeneffekte, aber tendenziell höhere Katecholaminwerte bei den „gut-Leistungsfähigen“. Das EEG-Spektrum im Delta-, Alpha2, Beta1 und 2 Frequenzband erwiesen sich im Regenerationsverlauf unterschiedlich signifikant abnehmend.

Schlussfolgerungen: Nach hohen metalolischen Erschöpfungszuständen läßt sich die kortikale Bewegungsgenerierung der Antrittsbewegung als MRCP abbilden und größere zentro-parietale negative Aktivität nachweisen. Eine zusätzliche lokale Test-Muskelermüdung macht eine Involvierung frontaler Hirngebiete notwendig. Das stellt vermutlich ein Kompensationsmechanismus des Gehirns bei verschlechterten Bewegungsbedingungen dar. Durch frontale Steuerungs- und Verarbeitungsmechanismen sensomotorischer Afferenzen via somatosensorischer Hirnareale wird die Testbewegung weiterhin sichergestellt.

Die Umstellungsprozesse im Erholungs-EEG sind gesamtspektral bedeutsam und weisen Verarbeitungsp parallelen zur Stress-Bewältigung auf, worin eine „gute Leistungsfähigkeit“ der Sportler geringere emotionale Beteiligung vermuten lässt.

Ausblick: Sportliches Beanspruchungs- und Erholungsverhalten wird durch zentralnervale Einstellungen und Informationsverarbeitung hervorgerufen. Der Einzug neurowissenschaftlicher Methoden in bewegungswissenschaftlichen Fragestellungen trägt dazu bei, die höchste Steuerungsebene, unser Gehirn, besser zu verstehen und damit die Voraussetzung für eine optimierte Leistungsentwicklung zu bilden.