

Beitrag für das Handbuch Gesundheitssport

Bös, K. & Brehm, W. (Hrsg.) (2006).
Gesundheitssport. Ein Handbuch (S. 82-102).
 2. vollständig neu bearbeitete Auflage
 Schorndorf: Verlag Karl Hofmann

Körperliche Aktivität und physische Gesundheit

Michaela Knoll, Winfried Banzer & Klaus Bös

Die Einflüsse von körperlicher Aktivität und Sport auf die Erhaltung, Förderung und Wiederherstellung von Gesundheit rücken in der Medizin seit Beginn des 20. Jahrhunderts zunehmend in den Blickpunkt des Interesses (vgl. Tittel, Arndt & Hollmann, 1993; Banzer, 2003). Die Bedeutung einer präventiv orientierten Bewegungs- und Sportmedizin zeigte sich auch in der Umbenennung des 1912 gegründeten Deutschen Sportärztesbundes im Jahr 1999 in die Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (vgl. Dickhuth, 2003). Aufgabe einer so verstandenen präventiv orientierten Bewegungs- und Sportmedizin ist es, alle bewegungs- und sportbezogenen Maßnahmen zu ergreifen, die zur Förderung bzw. Wiederherstellung von Gesundheit beitragen. Dabei sollen sowohl der Einzelne als auch ganze Bevölkerungsgruppen einbezogen werden (vgl. Banzer, 1993, 2003). Über die sportmedizinische Ausrichtung hinaus ist aus übergreifender sportwissenschaftlicher Sicht zu spezifizieren, welchen Einfluss Bewegung und Sport auf der Bedingungs- wie der Interventionsebene ausüben können.

Im folgenden wird zunächst körperliche Aktivität als Lebensstilkomponente in Zusammenhang mit Fragen zur Morbidität und Mortalität thematisiert. In einem zweiten Schritt wird ein ausführlicher Überblick zum Stand der Forschung hinsichtlich der Adaptationen ausgewählter physiologischer Parameter durch körperliche Aktivität gegeben, wobei insbesondere auf kardiovaskuläre, hämodynamische, metabolische, und endokrinologische Wirkungen von körperlicher Aktivität eingegangen wird. Körperliche Aktivität kann jedoch nicht nur positive Effekte auf die physische Gesundheit ausüben, sondern ist auch mit Risiken im physischen Bereich verbunden. Dieser Aspekt wird im letzten Teil des Beitrages diskutiert und dabei auch auf Fragen einer Kosten-Nutzen-Relation von körperlicher Aktivität im Hinblick auf die (physische) Gesundheit eingegangen.

Morbidität und Mortalität: Körperliche Aktivität als Lebensstilkomponente

Der Stellenwert von körperlicher Aktivität als Lebensstilelement wird in den westlichen Industriegesellschaften im Hinblick auf die Morbidität und Mortalität seit Jahrzehnten diskutiert (vgl. im Überblick Knoll, 1997). Ziel epidemiologischer Studien ist es, Bedingungsfaktoren, wie z.B. körperliche Aktivität, zu identifizieren, mit denen Erkrankungswahrscheinlichkeiten bzw. Todesraten reduziert werden können (vgl. Bauman & Miller, 2004). Aus Sicht der Epidemiologie sind historisch die in den 50er Jahren durchgeführte Studie von Morris et al. (1953) an ca. 31.000 Londoner Busfahrern oder die 1949 gestartete sog. ‚Framingham-Studie‘ von Kannel et al. (1986) an ca. 5000 Einwohnern des gleichnamigen Ortes im US-Bundesstaat Massachusetts von herausragender Bedeutung. Mittlerweile liegt international Raum eine Vielzahl epidemiologischer Studien vor, in denen u.a. die Bedeutung von körperlicher Aktivität und Bewegungsmangel untersucht wurden. An dieser Stelle kann lediglich eine Auswahl genannt werden: die ‚Puerto Rico Heart-Studie‘ (Costas et al., 1978), die ‚Whitehall-Studie‘ (Rose & Marmot, 1981), die ‚Seven Countries-Studie‘ (Karvonen, 1982), die ‚Honolulu Heart-Studie‘ (Donahue et al., 1988), die ‚North Karelia-Studie‘ (Marti et al., 1988), die ‚Oslo-Studie‘ (Holme et al., 1981, Lie et al., 1985), die ‚Uppsala-Studie‘ (Cederholm & Wibell, 1985, 1986), die ‚Lipid Research

Program Prevalence-Studie (Ekelund et al., 1988, Haskell et al., 1980), die *US Railroad'-Studie* (Slattery & Jacobs 1988; Slattery et al., 1989), die *Northern Italy'-Studie* (Seccareccia & Menotti, 1992) oder die *Stanford Five City'-Studie* (Sallis et al., 1986). In der deutschen Sportwissenschaft wohl am häufigsten rezipiert wurde die *Harvard College Alumni Health'-Studie* von Paffenbarger et al. (1966, 1978, 1986, 1993) an fast 18.000 Alumnis (zum Überblick siehe auch Paffenbarger & Lee, 2001).

Bis in die 80er Jahre hinein basierten die epidemiologischen Studien fast ausschließlich auf dem Risikofaktoren-Modell von Gesundheit und konzentrierten sich auf den Bereich der Herz-Kreislauf-Erkrankungen und die damit verbundenen Risikofaktoren Adipositas, Rauchen, Hypertonie oder eben Bewegungsmangel. Stephens et al. (1985) konnten zeigen, dass es bei den meisten dieser epidemiologischen Studien aus diesem Zeitraum kaum Unterschiede zwischen Frauen und Männern gibt, allerdings nimmt der Anteil der körperlich Inaktiven mit steigendem Alter zu und ist zudem abhängig vom sozioökonomischen Status (vgl. auch Bauman & Owen, 1999; Powell & Paffenbarger, 1985; Blair & Brodney, 1999; Owen et al., 2004).

Seit den 80er Jahren wird körperliche Aktivität – vorwiegend verstanden als körperliche Aktivität in der Freizeit – vermehrt im Rahmen multifaktoriell ausgerichteter epidemiologischer Studien zur Primär- und Sekundärprävention untersucht (vgl. z.B. Andersen & Hippe, 1996; Bauman & Owen, 1999; Blair et al., 1989, 1992; 1996; Blair & Brodney, 1999; Lee et al., 1993; Leon & Connett, 1991; Lissner et al., 1996; Myers et al., 2002; Wagner et al., 2002). Auch wurde die Frage nach der genetischen Determinierung von Faktoren der körperlichen Leistungsfähigkeit verstärkt in den Blick genommen und entsprechende evidenzbasierte Ergebnisse hierfür vorgelegt (vgl. im Überblick Bouchard et al., 1994; Rankinen, Perusse & Bouchard, 2001). Auf der Basis all dieser Studien konnte empirisch belegt werden, dass körperliche Aktivität in engem Zusammenhang mit der körperlichen Leistungsfähigkeit eines Menschen steht und zu einer Verringerung von Morbidität und (vorzeitiger) Mortalität beiträgt (vgl. im Überblick Knoll, 1997; Löllgen, 2003; Martin, Rott & Poon, 2001; Niebauer, 2005; Rost, 1995). Mit steigendem Alter bestehen allerdings kaum noch Unterschiede zwischen körperlich aktiven und inaktiven Personen hinsichtlich der Lebenserwartung (vgl. Paffenbarger & Lee, 2001). Bezogen auf die Intensität der körperlichen Aktivität zeigte es sich, dass gesundheitsprotektive Wirkungen, also positive Auswirkungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit, schon bei niedriger Intensität (ca. 1200 kcal pro Woche) nachgewiesen werden können (vgl. Andersen, 1995; Oja, 2004). Mit steigender Intensität wird der Zusammenhang jedoch weniger stark, d.h. ein ‚Mehr‘ an körperlicher Aktivität bedeutet nicht zwangsläufig ein proportionales ‚Mehr‘ an Schutz vor Erkrankungen. Powell, Thompson, Caspersen & Kendrick (1987) haben festgestellt, dass eine umgekehrt proportionale Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und dem Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen als gesichert gelten kann, allerdings hat nur eine kontinuierliche und langfristig ausgeübte körperliche Aktivität gesundheitsprotektive Eigenschaften. Paffenbarger et al. (1993) gehen von einem Optimum körperlicher Aktivität von ca. 300-400 kcal pro Tag aus (vgl. auch Rost, 1995).

In einem neueren deutschsprachigen Review hat sich Löllgen (2003) mit dem Stellenwert der körperlichen Aktivität im Hinblick auf die Primärprävention kardialer Erkrankungen beschäftigt (zur Sekundärprävention vgl. auch Löllgen, Dickhuth & Dirschedl, 1998). Im Hinblick auf die Frage des empirischen Nachweises hat Löllgen die themenbezogenen Metaanalysen von Berlin & Colditz (1990) sowie von Powell, Thompson, Caspersen & Kendrick (1987) ausgewertet und zusätzlich für den Zeitraum von 1990 bis 2001 eine eigene systematische Literaturanalyse durchgeführt, in die ein Großteil der oben erwähnten epidemiologischen Studien einbezogen wurden. Bei der Mehrzahl der einbezogenen Studien handelt es sich um Kohortenstudien (Evidenzstufe 2a bzw. 2b) aus den USA, bei denen körperliche Aktivität meist über einen Fragebogen erfasst wurde. In einigen wenigen Studien wurden auch Belastungstests zur Erfassung der körperlichen Aktivität durchgeführt (zur Problematik der Erfassung und Messung von körperlicher Aktivität vgl. Ainsworth & Levy, 2004).

Der Untersuchungszeitraum umfasste je nach epidemiologischer Studie vier bis 28 Jahre mit einer Gesamtstichprobe von 255.671 Probanden. Im Unterschied zu den genannten Metaanalysen von Berlin & Colditz (1990) sowie Powell, Thompson, Caspersen & Kendrick (1987) konnte Löllgen (2003) zeigen, dass die körperliche Belastung im Beruf aufgrund gewandelter beruflicher Anforderungen kaum noch relevant ist, massgeblich sind vielmehr körperliche Aktivitäten in der Freizeit. Die Ergebnisse zeigen eine „... Senkung der Gesamtsterblichkeit sowie der kardiovaskulären Mortalität im Mittel um 35%“ (Löllgen, 2003, B830) sowie eine Senkung von 39% hinsichtlich des Auftretens einer koronaren Herzkrankheit, allerdings mit einer starken Streuung in Abhängigkeit vom Umfang der körperlichen Aktivität. Die gesonderte Auswertung von Studien, die Belastungstests zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit eingesetzt haben, ergab laut Löllgen (2003, B832) einen linearen Zusammenhang: „Je besser die Leistungsfähigkeit war, umso geringer die spätere kardiovaskuläre und Gesamtmortalität.“ Jedoch schränkt Löllgen dies auf den Bereich der mittleren Belastungsintensität ein, während im Bereich der höheren Intensität offenbar kein linearer Wirkungszusammenhang nachzuweisen ist. Zusammenfassend sieht Löllgen eine gesicherte empirische Basis für die präventivmedizinischen Effekte von körperlicher Aktivität, die unter Kosten-Nutzen-Aspekten bei einem geschätzten Anteil von ca. 45% inaktiver sowie ca. 30% nur gelegentlich körperlich aktiver Personen in der Bevölkerung Deutschlands (vgl. hierzu Mensink, 2002) erhebliches Potential zur Kostensenkung im Gesundheitswesen darstellen – auch unter Berücksichtigung kardiovaskulärer Risiken bei körperlicher Aktivierung (siehe auch die Ausführungen am Ende dieses Beitrages).

Zusammenfassend lässt sich vor dem Hintergrund von alters- und geschlechtsspezifisch sowie genetisch determinierter individueller Ausprägung der körperlichen Leistungsfähigkeit (vgl. de Almeida, 2004) feststellen, dass Art und Umfang der körperlichen Aktivität zur Erreichung gesundheitsprotektiver Ziele nach wie vor unterschiedlich diskutiert werden (vgl. u.a. Lee et al., 2000; Lee et al., 2001; Myers et al., 2002). In zukünftigen Forschungsarbeiten muss insbesondere die Frage nach einem Dosis-Wirkungs-Zusammenhang im Hinblick auf einzelne physiologische Parameter wie auch die Spezifik von Trainingsinhalten genauer untersucht und durch evidenzbasierte Interventionsstudien abgesichert werden (vgl. Haskell, 2004). Von besonderem Forschungsinteresse ist dabei auch die Untersuchung von möglichen Schwellenwerten hinsichtlich der Belastungsintensität - sowohl im unteren wie im oberen Bereich (vgl. auch Kesaniemi et al., 2001).

Adaptationen von ausgewählten physiologischen Parametern durch körperliche Aktivität - Zum Stand der Forschung

Seit den 80er Jahren sind vermehrt Übersichtsarbeiten zu den Auswirkungen sportlicher Aktivität auf einzelne Parameter der physischen Gesundheit erschienen (z.B. Blair, 1993; Bouchard & Despres, 1995; Knoll, 2000, 2002, 2004). Die Mehrzahl der Arbeiten sind als narrative Literatur-Reviews angelegt, die Zahl von meta-analytischen Reviews nimmt allerdings zu. Meta-Analysen sind durch die Hinzunahme von statistischen Verfahren zur Zusammenfassung und Integration quantitativer Ergebnisse aus den Primärstudien aussagekräftiger als narrative Literatur-Reviews (vgl. Knoll, 1997). Inhaltlich lassen sich in den vorgelegten Reviews Schwerpunkte nach physiologischen Funktionsbereichen unterscheiden, wobei kardiovaskuläre, hämodynamische, metabolische und endokrinologische Effekte hervorzuheben sind, auf die nachfolgend genauer eingegangen wird.

In den letzten Jahren sind darüber hinaus vermehrt Forschungsarbeiten zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und *Immunsystem* vorgelegt worden (vgl. z.B. Calabrese, 1990; Gabriel, 2000; Newsholme & Parry-Billings, 1994; Nieman, 1994; Pedersen, 2001; Uhlenbruck, 1993, 1996). Es konnte nachgewiesen werden, dass körperliche Aktivität über die Steuerung hormoneller Parameter das Immunsystem beeinflusst. Es scheint eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zu bestehen: moderates Ausdauertraining stärkt das Immunsystem, während hochintensive Belastungen zu einer Schwächung führen (vgl. Gabriel & Kindermann, 1995; König, Grathwohl,

Deibert, Weinstock, Northoff & Berg, 2000). Diese Effekte zeigen sich insbesondere bei älteren Sporttreibenden (vgl. Shephard & Shek, 1995). Allerdings ist die Befundlage noch nicht ausreichend, um zuverlässige Aussagen zu langfristigen Wirkungen von körperlichem Training auf das Immunsystem treffen zu können (vgl. Gabriel & Kindermann, 1995).

Seit wenigen Jahren rücken Fragen zur Beeinflussbarkeit von *Gehirnfunktionen* durch körperliche Aktivität in den Focus des Forschungsinteresses. In einem Überblick kommen Hollmann, Strüder & Tagarakis (2005) zum Ergebnis, dass „... in Abhängigkeit von der körperlichen und geistigen Inanspruchnahme ... Veränderungen von Synapsen in ihrer Zahl, Struktur und Größenordnung sowie des gesamten neuronalen Netzwerks“ resultieren. Zudem fördere körperliche Aktivität die „... Produktion neuer Nervenzellen im Gehirn“ (S. 12). Ausdauertraining, aber auch koordinative Übungseinheiten führen zu einer verbesserten Gehirndurchblutung und zu Veränderungen in der Konzentration von Neurotransmittern (vgl. auch Hollmann & Strüder, 2001, 2003; Meeusen et al., 2001). Dies gilt auch im Alternsprozess: „Selbst in einem fortgeschrittenen Alter sind hochgradige Modifikationen von Hirnstrukturen durch Aktivitätssteigerungen möglich.“ (Hollmann, Strüder & Tagarakis, 2005, 12). An dieser Stelle kann auf Zusammenhänge von körperlicher und kognitiver Leistungsfähigkeit und kognitive Funktionen lediglich hingewiesen werden (vgl. hierzu die Ergebnisse der Meta-Analyse von Etnier, Salazar, Landers, Petruzello, Han & Nowell, 1997). Insgesamt bleibt festzustellen, dass weitere Forschungsarbeiten im Schnittpunkt zwischen Sport- und Neurowissenschaft erforderlich sind, um differenzierte Aussagen zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und kognitiven Prozessen treffen zu können (vgl. Kubesch, 2004).

Kardiovaskuläre Wirkungen

Der Bereich der kardiovaskulären Auswirkungen von körperlicher Aktivität ist vor dem Hintergrund der Dominanz von Herz-Kreislauf-Erkrankungen in der Bevölkerung vergleichsweise differenziert erforscht (vgl. z.B. Blair, 1994; Böning & Schmidt, 1992; Buskirk, 1990; Hollmann, 1996; Israel, 1989; Kindermann, Dickhuth, Niess, Röcker & Urhausen, 2003; Laughlin, McAllister & Delp, 1994; Mitchell & Raven, 1994; Morris, 1996; Pescatello & DiPietro, 1993; Saltin, 1990; Vuori, 1991; Young & Steinhardt, 1995).

In Review-Arbeiten zu den Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die *kardiale Morphologie* (vgl. Futterman & Myerburg, 1998; Sanders, Montgomery & Woods, 2001) sowie die *Durchblutung des Herzmuskels* wird allerdings eine unbefriedigende Datenlage sichtbar. Sanders, Montgomery & Woods (2001) stellen je nach Art des Trainings (Ausdauer- vs. Krafttraining) differenzierte Anstiege der linksventrikulären Masse fest. Die widersprüchliche Datenlage scheint ein Indiz für sportspezifische Muster in Ausmaß, Charakteristik und Zeitverlauf zu sein. Hinsichtlich der Durchblutung des Herzmuskels gibt es neben zahlreichen Tierversuchen nur wenige Studien an Menschen (vgl. Laughlin, McAllister & Delp, 1994). Pearl (1987) untersuchte in seinem Review speziell die Auswirkungen von körperlichem Training auf die Entwicklung und Funktion von *Kollateralkreisläufen* der Koronararterien und fand heraus, daß bei gesunden Personen körperliches Training nur eine geringe Rolle bei der Stimulierung zur Kollateralbildung spielt. Die Widersprüchlichkeit einzelner Ergebnisse könnte auf meßmethodische Probleme zurückzuführen sein.

Britten, Zeicher & Schächinger (2000) geben einen Überblick zu den Möglichkeiten der Stimulierung der *Endothel-Funktion* durch körperliche Aktivität. Demnach reicht schon eine von der Intensität her geringe, jedoch regelmässige körperliche Belastung aus, um die endothel-abhängige Tonusregulation zu verbessern und damit arteriosklerotischen Prozessen entgegenzuwirken. In zahlreichen Studien konnte die vasodilatorische Regulationsfunktion des Endothels – sowohl an den Koronararterien als auch an den peripheren Arterien – nachgewiesen werden (vgl. im Überblick Britten, Zeicher & Schächinger, 2000).

Reviews zu den Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf den *Blutdruck* zeigen eine differenzierte Befundlage (vgl. Bouchard & Despres, 1995). Insgesamt wird eine deutliche Erhöhung des systolischen Blutdrucks bei dynamischen Belastungen

sichtbar. Kelley & Tran (1995) haben in einer Meta-Analyse die Auswirkungen von Ausdauertraining auf das Blutdruckverhalten Erwachsener untersucht und konnten nachweisen, daß Ausdauertrainingsprogramme von mindestens vier Wochen Dauer den systolischen wie diastolischen Blutdruck der Sporttreibenden senken.

Insgesamt wurden nur in wenigen Review-Arbeiten *statische und dynamische Trainingsformen* (Krafttraining bzw. Ausdauertraining) im Hinblick auf ihre kardiovaskulären Wirkungen vergleichend untersucht. Dynamische Trainingsformen führen demnach über eine Volumensteigerung vorwiegend zu einer Ökonomisierung der Herzarbeit, während bei statischen Trainingsformen der Haupteffekt in einer Drucksteigerung zu sehen ist (vgl. Bell & Wenger, 1992; Mitchell & Raven, 1994). Bell & Wenger (1992) weisen auf Vorteile statischer Trainingsformen hin, die beispielsweise bei Koronarpatienten in der ersten Rehabilitationsphase in einer differenzierteren Wahl der Belastungsstufen und einer effizienteren Kontrolle physiologischer Parameter zu sehen sind. Insgesamt wird dynamischen Trainingsformen ein höherer gesundheitsrelevanter kardiovaskulärer Effekt zugeschrieben. Es kann angenommen werden, dass protektive Wirkungen körperlicher Aktivität auf kardiovaskuläre Gesundheitsparameter schon bei niedriger Intensität nachweisbar sind (vgl. Leon, 1991; Paffenbarger, 1991; Paffenbarger, Hyde & Wing, 1990). Auch lassen sich gesundheitsprotektive Effekte durch körperliche Aktivität bis ins hohe Alter erzielen, wie Lemura, von Duvillard & Mookerjee (2000) im Rahmen einer Metaanalyse zur Sauerstoffaufnahmekapazität im Altersbereich von 46 bis 90 Jahren nachweisen konnten. Mit steigender Intensität wird der Zusammenhang jedoch geringer, d.h. ein 'Mehr' an körperlicher Aktivität bedeutet nicht zwangsläufig proportional ein 'Mehr' an Schutz vor möglichen Erkrankungen. Es wird sogar angenommen, daß mit hoher Intensität betriebene körperliche Aktivität ihre protektive Wirkung verliert (vgl. Blair et al., 1995; Stamford & Shimer, 1991).

Review-Arbeiten zum Herz-Kreislauf-System mit rehabilitativem Aspekt (vgl. zur Übersicht z.B. Blair, 1994; Froelicher, 1990; Kindermann, Dickhut, Niess, Röcker & Urhausen, 2003; Quaglietti & Froelicher, 1994; Rost, 1991) thematisieren u.a. den Stellenwert körperlicher Aktivität bei Patienten mit Bluthochdruck (u.a. Fagard & Tipton, 1994; Gordon et al., 1990; Hagberg, 1990; Hardman, 1996), mit chronischer Herzinsuffizienz (vgl. Meyer, 2000; Steinacker, Liu, Stilgenbauer & Nething, 2004) sowie bei Patienten mit Arteriosklerose (u.a. Halle, 2004; Hardman, 1996; Löllgen, Dickhuth & Dirschedl, 1998; Moore, 1994; Niebauer, 2005; Rost, 1995; Wood & Stefanick, 1990). Für den Bereich der koronaren Herzerkrankungen seien hier auch die Metaanalysen von May et al. (1982), O'Connor et al. (1989) sowie Oldridge et al. (1988) erwähnt, die eine Senkung der Mortalitätsraten berichten. In der Übersicht von Jolliffe et al. (2001) im Rahmen seines Cochrane-Reviews wird die positive Wirkung von körperlicher Aktivität auf Morbidität, Mortalität, kardiale Risikofaktoren sowie Aspekte der Lebensqualität ebenfalls bestätigt. Weiter wird differenziert nach den Wirkungen unterschiedlicher Trainingsprogramme (u.a. McKelvie & McCartney, 1990; Meyer & Foster, 2004) sowie der zusätzlichen Behandlung mit Medikamenten (z.B. Beta-Blocker; vgl. z.B. De Meersman, 1990). Huonker (2004) gibt in einer Übersicht auf der Basis ausgewerteter Studien *Empfehlungen zur Belastungssteuerung* in der Rehabilitation von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Solche Empfehlungen geben auch die American Heart Association und das American College of Cardiology in ihren 2001 aktualisierten Richtlinien zur Behandlung von Patienten mit arteriosklerotischem Krankheitsbild (vgl. Smith et al., 2001). Oja (2004) analysiert in einem Überblicksbeitrag die Evidenzbasierung von solchen Empfehlungen und konnte über den Bereich der kardiovaskulären Erkrankungen hinaus überzeugende Belege für die Wirksamkeit moderat dosierter Bewegungsprogramme für verschiedene Krankheitsbilder finden. Als Richtlinie für körperliche Aktivität werden 30-60 Minuten Ausdauertraining (z.B. Walking, Jogging, Radfahren) täglich (zumindest 3-5 pro Woche) in Verbindung mit einem bewegungsaktiven Lebensstil empfohlen (vgl. auch Graf, Bjarnason-Wehrens & Löllgen, 2004; Murphy, 2004). Ergänzend dazu sind die Richtlinien der American Heart Association für die Primärprävention kardiovaskulärer Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter zu beachten, die täglich mindestens 60 Mi-

nuten körperliche Aktivität mit mittlerer bis höherer Intensität und für Jugendliche die Kombination aus Kraft- und Ausdauertraining empfehlen (vgl. Kavey et al., 2003). In den letzten Jahren ist körperliche Aktivität als Baustein einer Therapie bei *Atemwegserkrankungen* stärker in das Blickfeld des Interesses gerückt (vgl. Hahn, 2003, 2004; Samitz, 1995). Samitz (1995) hat in einem narrativen Literaturreview Studienergebnisse zu den Effekten körperlichen Trainings bei chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen analysiert, die in den Jahren 1980 bis 1993 publiziert wurden. Dabei wurden meist aerobe Trainingsformen (überwiegend Gehtraining, Laufband- oder Fahrradergometertraining), in den 90er Jahren zunehmend auch Kraftausdauertraining eingesetzt. Es konnten Steigerungen in der körperlichen Leistungsfähigkeit (insbesondere im kardiovaskulären Bereich) nachgewiesen werden, allerdings nur minimale Verbesserungen der pulmonalen Indizes. Vor dem Hintergrund der insgesamt positiven Wirkungen eines körperlichen Trainings zur Verbesserung der Lebenssituation von Patienten mit Atemwegserkrankungen hat Samitz (1995, 258f.) Empfehlungen zur qualitativen wie quantitativen Gestaltung von Trainingsprogrammen abgeleitet. Hahn (2003) hat in einem neueren Review die Ergebnisse der Metaanalysen von Lacasse et al. (1996) sowie Ries et al. (1997) einbezogen, die eine verbesserte Belastungstoleranz auf somatischer Ebene sowie ein verbessertes Krankheitsmanagement auf psychosozialer Ebene durch körperliches Training belegten. Die Frage der Wirkungen unterschiedlicher Trainingsinhalte (Ausdauertraining, Funktionelle Gymnastik, Entspannungstraining und deren Kombination) wurde von Hahn (2003, 2004) untersucht und dabei festgestellt, dass für Formen des Ausdauertrainings Verbesserung von Parametern der körperlichen Leistungsfähigkeit als gesichert gelten können, während die Befundlage für Formen der Funktionellen Gymnastik sowie des Entspannungstrainings inkonsistent sind.

Hämodynamische Wirkungen

Im Hinblick auf hämodynamische Auswirkungen körperlicher Aktivität wird vor allem die Verbesserung der Fließeigenschaften des Blutes (Verformbarkeit der Erythrozyten und Vergrößerung des Plasmavolumens; vgl. Böning & Schmidt, 1992; Fellmann, 1992; Schmidt, 1999), die Erhöhung der Blutgerinnungsbereitschaft und die Erhöhung der Fibrinolyse-Aktivität berichtet (vgl. Rauramaa & Salonen, 1994). Körperliche Aktivität führt demnach zu einer *gesteigerten Gerinnungsbereitschaft des Blutes*, wobei die Ursachen nicht eindeutig geklärt sind. Vermutet wird neben der Zunahme spezieller Gerinnungsfaktoren indirekt eine Beeinflussung durch erhöhte Hormonkonzentrationen oder durch vermehrte Laktatproduktion. Das Ausmaß der Erhöhung der Blutgerinnungsbereitschaft ist u.a. abhängig vom Trainingszustand. Die Aktivitätsschwankungen der Blutgerinnung sind bei Untrainierten nach einer körperlichen Belastung wesentlich höher als bei Trainierten (vgl. Miller, 1990; Wannamethee et al., 2002). Mit der Belastungsintensität steigt proportional die Thrombozytenzahl an, wobei eine vermehrte Thrombozytenaggregation nicht nachgewiesen werden konnte.

Gleichzeitig mit der gesteigerten Blutgerinnungsbereitschaft ist eine *Erhöhung der fibrinolytischen Aktivität des Blutes* durch körperliches Training zu verzeichnen (vgl. Weiss & Bärtsch, 2003). Bei gesunden Sportlern kann man in der Regel davon ausgehen, daß die erhöhte Gerinnungsneigung des Blutes durch die gesteigerte Aktivierung des Fibrinolyse-Systems ausgeglichen wird. Bei Patienten mit arteriosklerotischen Veränderungen scheint jedoch die Gefahr gegeben, daß körperliche Belastungen im Maximalbereich das Risiko von Thrombosebildungen erhöhen. Sinzinger & Virgolini (1988) gehen sogar von einem erhöhten Thromboserisiko bei Gesunden aus, wenn zusätzliche Risiken wie Rauchen oder die Einnahme von Kontrazeptiva hinzukommen. Weiss & Bärtsch (2003) konstatieren eine gesicherte Befundlage zur Aktivierung der Fibrinolyse durch körperliche Belastungen im submaximalen Bereich.

Metabolische Wirkungen

Die metabolischen Wirkungen körperlicher Aktivität sind in einer Reihe von Beiträgen zusammenfassend dargestellt (vgl. Newsholme, 1990; Richter & Sutton, 1994).

Effekte im Bereich des *Muskelstoffwechsels* (Zunahme des Mitochondrienvolumens, Verbesserung der Enzymaktivität der Muskulatur, Anstieg des Myoglobingehalts in der Muskelzelle, Vermehrung der intramuskulären energetischen Substrate) weisen u.a. Brooks (1994), Kretzschmar & Müller (1993) oder Newsholme (1990) nach. Eine Durchsicht der genannten Review-Arbeiten macht deutlich, daß der Schwerpunkt der Untersuchungen auf den Wirkungen kurzfristiger Belastungen liegt.

Zum *Fettstoffwechsel* liegen ebenfalls eine Vielzahl von Reviews vor (vgl. Berg et al., 1996; Björntorp, 1990; Bouchard & Despres, 1995; Halle & Berg, 2002; Hardman, 1996; Heyden, 1993; Leon et al., 2002; Rost, 1991; Stefanick & Wood, 1994; Wood & Stefanick, 1990; Young & Steinhardt, 1995). Tran et al. (1983) haben in ihrer Meta-Analyse eine signifikante Senkung des Gesamtcholesterins, des LDL und der Triglyzeride sowie des Gesamtcholesterin-HDL-Quotienten nachweisen können. Ebenso konnte ein Bezug zu dem vor Trainingsbeginn ermittelten Niveau der Lipide und Lipoproteine bestätigt werden: je höher bzw. je niedriger das jeweilige Ausgangsniveau, desto größer waren die erzielten Effekte. Als moderierende Variablen mit Einfluß auf das Gesamtergebnis konnten zusätzlich das Alter, das Körpergewicht und der Körperfettanteil der Probanden sowie die Gesamtdauer des Trainingsprogramms und die Belastungsintensität ermittelt werden. In der Meta-Analyse von Lokey & Tran (1989) wurden geschlechtsspezifische Unterschiede der Auswirkungen von Trainingsprogrammen auf den Fettstoffwechsel untersucht und zum Teil die Ergebnisse von Tran et al. (1983) bestätigt. Nicht signifikant waren die Ergebnisse zur Änderung der HDL- bzw. LDL-Werte bei Frauen. Eine Steigerung von HDL bzw. eine Senkung des LDL war demnach nicht zu beobachten. Hier scheint eine Erklärung von Heyden (1993, 506) plausibel, der darauf hinwies, daß "... die körperliche Aktivität per se nicht imstande ist, die bereits hohen HDL-Spiegel der Frau weiter anzuheben". Der vermutete Einfluß des Körpergewichts wurde dagegen empirisch bestätigt. Die Korrelationen von Körpergewicht mit dem Gesamtcholesterin sowie der Triglyzerid-Konzentration wurden von Lokey & Tran so interpretiert, daß eine Reduzierung des Körpergewichts proportional eine Reduzierung der Cholesterin- und Triglyzerid-Konzentrationen bewirkt. Auch scheinen genetische Faktoren mitbestimmend bei der Senkung erhöhter Blutfettwerte durch regelmässiges Training (vgl. Rice et al., 2002).

Ein differenzierter Vergleich der Wirkungen von Ausdauer- und Krafttrainingsprogrammen zeigt, daß im Gegensatz zum Ausdauertraining protektive Wirkungen des Krafttrainings im Hinblick auf den Fettstoffwechsel nicht gesichert sind (vgl. Niessen-Dietrich, 1992). Eine Ursache für die fehlende empirische Bestätigung liegt in häufig nicht kontrollierten Einflußfaktoren wie Konstitution oder Ernährungsverhalten, die eine Vergleichbarkeit der Studien erschweren (vgl. auch Kokkinos & Hurley, 1990). Allerdings scheint die Höhe der Belastungsintensität ein wichtiger Indikator für den Wirkungsgrad im Bereich des Fettstoffwechsels zu sein. Nach Mäder et al. (2001) wird die Aktivierung des Fettstoffwechsels in erster Linie von der mittleren Intensität einer Trainingsform bestimmt und weniger von den Belastungsspitzen. Ring et al. (2004) konnten in einer experimentellen Studie zeigen, dass bereits ein Ausdauertraining von 2,5 Stunden pro Woche und niedriger Belastungsintensität über einen Zeitraum von sechs bis neun Monaten ausreicht, um gesundheitsprotektive Effekte im Lipidstoffwechsel von untrainierten Erwachsenen zu erzielen.

Die Beeinflussung des *Körpergewichts* durch körperliche Aktivität ist vor dem Hintergrund, daß Adipositas als Risikofaktor im Hinblick auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen gilt, ein nach wie vor aktuelles Thema, zumal die Zahlen übergewichtiger bzw. adipöser Menschen in den letzten Jahren national wie international dramatisch zugenommen haben (vgl. Ehram et al., 2004). Neuerdings werden insbesondere Störungen des Entzündungs- bzw. Zytokinstoffwechsels als Ursache für koronare Herzerkrankungen bei Adipositas diskutiert (vgl. Halle, Berg & Keul, 2000). Die Beeinflussung des Körpergewichts durch körperliche Aktivität wurde lange Zeit eher überschätzt (vgl. Hardman, 1996), neuere Untersuchungen haben dieses Bild korrigiert (vgl. Blair & Brodney, 1999; Halle, Berg & Keul, 2000). Die Tatsache, daß körperlich Aktive weniger zu Übergewicht neigen als Inaktive, ist in der Regel eher auf unterschiedliches Körperbewußtsein und Gesundheitsverhalten und weniger auf den

gewichtsreduzierenden Effekt des Sports zurückzuführen (vgl. Blair, Kohl & Brill, 1990). Sporttreiben kann insgesamt den Fettabbau im Körper unterstützen, ohne Ernährungsumstellung und Kalorienreduktion sind jedoch langfristig keine gewichtsreduzierenden Effekte zu erzielen (vgl. u.a. Atkinson & Walberg-Rankin, 1994; Björntorp, 1990; Bray, 1990; Despres, 1994; Hill, Drougas & Peters, 1994; Mole, 1990; Uusitupa, 1991). Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch die deutschsprachige Metaanalyse von Jaeschke (2005) zu Wirkungen von körperlichem Training bei Kindern mit Adipositas. Hier konnten positive Effekte multidisziplinärer Interventionsprogramme auf die Symptomatik des Übergewichts ($r_g = .35$) nachgewiesen werden. Allerdings schränkt Jaeschke (2005, 89) selbst ein und verweist darauf, dass körperliches Training allein nur bei hohen Umfängen und Intensitäten sowie variierenden Inhalten wirkt.

Kontinuierliche intensive körperliche Aktivität scheint eine Steigerung des *Glucose-Spiegels* und eine *Senkung des Insulin-Spiegels* zu bewirken (vgl. z.B. Björntorp, 1990; Bouchard & Despres, 1995; Hardman, 1996; Shephard & Balady, 1999). Die Befundlage zur rehabilitativen Wirkung körperlicher Aktivität bei Diabetikern ist nicht ausreichend empirisch belegt (vgl. Giacca et al., 1994; Vranic & Wasserman, 1990). Bei Typ I-Diabetikern ist eine Verbesserung der Stoffwechseleinstellung durch ein Trainingsprogramm nicht zu erwarten (vgl. Berger, 1988). Bei Vorliegen eines Typ II-Diabetes kann mit körperlichem Training auf in der Regel mit diesem Krankheitsbild verbundene kardiovaskuläre Risikofaktoren (z.B. Übergewicht) Einfluß genommen werden (vgl. Gudat, Berger & Lefebvre, 1994; Hackfort & Kriegel, 1997; Niebauer, 2005; Vranic & Wasserman, 1990). Vielfach wird auch auf überlagernde inter- wie intraindividuelle Einflußfaktoren (wie z.B. der Ernährungsstatus) hingewiesen (vgl. z.B. Niebauer, 2005).

Neuere Untersuchungen in Zusammenhang mit der Osteoporose, aber auch mit Arthrosen, haben ergeben, dass ein Einfluß körperlicher Aktivität auf den Mineralgehalt der Knochensubstanz wahrscheinlich ist. Körperliches Training kann zur Festigung der *Knochenstruktur* beitragen und einen altersbedingten Verlust an Knochensubstanz verzögern (vgl. Dalsky, 1990; Kemmler, von Stengel, Weineck & Engelke, 2003; Marti, 1991). Kemmler et al. (2003) leiten aus verschiedenen Studien Belastungsnormativa für die Gestaltung von Trainingsprogrammen ab und weisen dabei insbesondere auf die Notwendigkeit hoher Reizhäufigkeit und -intensität. Inwieweit rehabilitative Wirkungen körperlicher Aktivität bei Vorliegen einer Osteoporose zu verzeichnen sind, ist nach der vorliegenden empirischen Befundlage nicht eindeutig zu klären (u.a. Drinkwater, 1994; Smith, Smith & Gilligan, 1990; Suominen, 1991), allerdings nehmen Belege für positive Wirkungen körperlicher Aktivität auf Prozesse des Knochenstoffwechsels zu (vgl. im Überblick Osann, 2004; Berard et al., 1997; Danz, Zittermann, Schiedermaier, Klein, Hötzel & Schönau, 1998; Kelley, 1998a, b, c; Kelley, Kelley & Tran, 2000, 2001, 2002; Kemmler, 1999; Kemmler & Riedel, 1998; Wallace & Cumming, 2000). Dessen ungeachtet tragen körperliche Aktivitäten im Sinne einer Bewegungstherapie zur Verbesserung von Muskelkraft und Koordination im Sinne einer Sturzprophylaxe bei (vgl. im Überblick Osann, 2004; Hill-Westmoreland, Soeken & Spellbring, 2002; Province et al., 1995; Robertson et al., 2002), und helfen somit, die Leistungsfähigkeit der betroffenen Patienten, deren Mobilität und Eigenständigkeit im Alltag zu erhalten bzw. zu verbessern (vgl. auch Begerow, Pfeifer & Minne, 2004a, b). Ähnlich argumentieren Horstmann, Heitkamp, Haupt, Merk, Mayer & Dickhuth (2001) im Hinblick auf die Möglichkeiten und Grenzen von sporttherapeutischen Programmen bei Patienten mit Coxarthrose und Hüftendoprothesen.

Zunehmend wird auch der Zusammenhang von körperlicher Aktivität und der Prävention wie Rehabilitation *neoplastischer Erkrankungen* in der Forschung thematisiert (vgl. Sternfeld, 1992; Lötzerich & Uhlenbruck, 1995; Dimeo, 2001, 2004a,b). Die Befunde zum Einfluss von körperlicher Aktivität auf das Krebsrisiko sind widersprüchlich, allerdings gibt es epidemiologische Belege für eine Reduzierung der Inzidenz von Darmkrebs und Brustkrebs durch körperliche Aktivität (vgl. Sternfeld, 1992). Für die Rehabilitation von Krebserkrankungen scheint ein positiver Einfluss von Bewegungsprogrammen auf den Allgemein- wie psychischen Zustand der Pa-

tienten und die Reduktion von Nebenwirkungen einer medikamentösen Therapie belegt (vgl. Dimeo, 2001). Unklar ist jedoch, ob und in welcher Intensität körperliches Training während der Chemotherapie eingesetzt werden sollte (vgl. Dimeo, 2004b).

Endokrinologische Wirkungen

Wirkungen körperlicher Aktivität zeigen sich im Anstieg von Katecholaminen, Wachstumshormon, Cortisol und endogenen Opioiden sowie der Änderung der Geschlechtshormonkonzentrationen (vgl. Richter & Sutton, 1994; Sutton, Farrell & Harber, 1990).

Katecholamine (*Adrenalin, Noradrenalin und Dopamin*) sind an der Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit über eine Vielzahl von physiologischen Vorgängen beteiligt, u.a. der Steigerung des Herzminutenvolumens, der Blutumverteilung in Richtung arbeitende Skelettmuskulatur sowie der Optimierung der Energiebereitstellung. Insofern ist der Einfluss von körperlicher Aktivität auf die Freisetzung von Katecholaminen von großem Interesse. Es konnte in zahlreichen Studien nachgewiesen werden, dass körperliche Belastung zu einem Anstieg der Katecholamine führt. Dessen Größe ist abhängig von der Dauer der Belastung und der Art der Muskelarbeit. Bei anaerober Muskelarbeit ist der Anstieg wesentlich höher als bei Muskelarbeit mit vorwiegend aerobem Energieverbrauch. Zudem scheint der Anstieg des Katecholaminspiegels abhängig zu sein vom Trainingszustand der Probanden: bei Untrainierten steigt der Katecholaminspiegel wesentlich stärker an als bei Trainierten. Ausdauertraining mit niedriger bis mittlerer Intensität (d.h. ohne wesentliche Laktatproduktion) führt nur zu einer verhältnismäßig geringen Steigerung der Sympathikus-Aktivität, während maximale körperliche Belastung den stärksten physiologischen Anreiz zur Aktivierung des sympathoadrenergen Systems darstellt (vgl. Strobel, 2001, 2002a, b). Die Einflußnahme gesteigerter Hormonspiegel auf den Energiestoffwechsel weist auf die gesundheitsrelevante Bedeutung von Ausdauerbelastungen hin. Die gezielte Senkung des sympathoadrenergen Systems durch Ausdauertraining wird in der Therapie von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und chronischem Stress gezielt eingesetzt, wobei Fragen der Trainingsgestaltung noch nicht ausreichend geklärt sind. Der Katecholaminanstieg bewirkt durch die Erhöhung der Sympathikus-Wirkung insgesamt eine Intensivierung hämodynamischer, pulmonaler und metabolischer Faktoren (vgl. Sutton, Farrell & Harber, 1990). Eine empirische Klärung der Hormonwirkungen bei körperlichen Belastungen ist durch dieses komplexe Wechselgeschehen schwierig. Strobel (2001, 2002a, b) bestätigt die bisher genannten Wirkungen körperlicher Aktivität auf das Hormonsystem, warnt jedoch aufgrund der vorhandenen Schwierigkeiten bei der Diagnostik (Meßmethoden, Zeitfaktoren etc.) vor einer unkritischen Wertung der Ergebnisse im Hinblick auf die Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit (auch im Hinblick auf ein Übertraining). Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die *Geschlechtshormone* werden immer wieder diskutiert (vgl. Prior, 1990; Sutton, Farrell & Harber, 1990). Die Durchsicht der vorliegenden Reviews legt den Schluß nahe, daß Auswirkungen - und zwar negative Auswirkungen - nur im Bereich des Leistungssports feststellbar sind. Empirisch gut abgesicherte Aussagen sind jedoch auch für diesen Bereich schwierig zu treffen, da der Einfluß überlagernder Effekte, wie z.B. konstitutionelle Bedingungen, psychosoziale Stressfaktoren oder Lebensstilvarianten, nicht ausreichend geklärt sind. Bei Männern konnte beispielsweise festgestellt werden, dass kurzfristige, intensive körperliche Belastungen zu einem Anstieg des Testosteronspiegels führen, während längerandauernde Belastungen den Testosteronspiegel senken (vgl. Cumming et al., 1989; Hackney, 1989). Bei Frauen werden ebenfalls Auswirkungen auf das Hormonsystem durch intensives körperliches Training vermutet. Diskutiert werden diese Zusammenhänge in Verbindung mit der häufiger vorkommenden Amenorrhoe bei Leistungssportlerinnen (vgl. Marti, 1991; Prior, 1990). Ursachen und Folgen werden auch hier kontrovers diskutiert (vgl. Ruffin et al., 1990). Besonders umstritten ist, ob ein erniedrigter Östrogen-Spiegel langfristige Auswirkungen etwa auf die Knochenstruktur hat und so ein Behandlungsbedarf (Osteoporose!) vorliegt (vgl. Highet, 1989).

Die Mitte der 70er Jahre entdeckten *endogenen opioiden Peptide* sind seitdem Forschungsgegenstand der Sportmedizin. In allen vorliegenden Reviews wird übereinstimmend eine Steigerung der Endorphin-Konzentrationen nach körperlicher Aktivität beschrieben (vgl. u.a. Hollmann, de Meirleir, Fischer & Holzgraefe, 1993). Eine Steigerung des Endorphinspiegels wurde sowohl bei kurzfristigen körperlichen Belastungen wie auch nach längerfristigen Trainingsprogrammen festgestellt (vgl. Abele, Brehm & Gall, 1991; Sutton, Farrell & Harber, 1990) und scheint in der Höhe vom Belastungsgrad abzuhängen (vgl. Hollmann et al., 1993). Es wird angenommen, daß die endogenen Opioide ihrerseits Einfluß auf verschiedene Hormone nehmen (z.B. Katecholamine, Cortisol) und so indirekt auf den Energiestoffwechsel einwirken (vgl. Hollmann et al., 1993). Die physiologischen Zusammenhänge sind jedoch im Detail noch weitgehend ungeklärt. Vermutet werden auch Auswirkungen eines gesteigerten Endorphinspiegels auf Stimmung, Schmerzwahrnehmung, subjektiv wahrgenommene Erschöpfung, Atmungsregulation oder den Menstruationszyklus (vgl. Hollmann et al., 1993; Uhlenbruck, 1993). Die empirische Befundlage ist jedoch insgesamt noch wenig gesichert. Es werden auch Zweifel an der Haltbarkeit der Endorphin-hypothese geäußert (vgl. Schwarzer, 1992).

Hinsichtlich der referierten Befunde zu Adaptationen ausgewählter physiologischer Parameter im Bereich der physischen Gesundheit durch körperliche Aktivität kann festgestellt werden, daß die Befundlage inkonsistent ist. Dies bestätigt auch die von Knoll (1997) durchgeführte umfassende Meta-Analyse zu den Auswirkungen von Sporttreiben auf die physische Gesundheit, bei der global kein Zusammenhang nachgewiesen werden konnte (gewichteter mittlerer Populationseffekt $r_g = -.01$; nicht signifikant). Der heterogene Datensatz wird von Einflußfaktoren überlagert, die den generellen Zusammenhang zwischen sportlicher Aktivität und physischer Gesundheit moderieren. Als Moderatoren ließen sich insbesondere die personspezifischen Faktoren ‚Geschlecht‘ und ‚Alter‘ und deren Kombination mit anderen Aspekten, z.B. ‚Art des Programms‘, nachweisen. Demnach profitieren Männer stärker als Frauen und Jüngere stärker als Ältere von einem gesundheitsorientierten Sportprogramm. Mit zunehmendem Alter sinken beim Einsatz von kombinierten Fitnessprogrammen die positiven gewichteten Populationseffekte, während sie beim Einsatz von reinen Ausdauerprogrammen mit zunehmendem Alter ansteigen. Als programmspezifische Moderatoren ließen sich neben der ‚Art des Programms‘ die ‚Treatmentdauer‘, die ‚Intensität‘ der Belastung sowie deren Kombination bestätigen. Hervorzuheben sind die Werte für den Moderator ‚Intensität‘. Mit steigender Belastungsintensität lassen sich höhere gesundheitsrelevante Effekte erzielen (von $r_g = +.15$ auf $r_g = +.28$). Die Ergebnisse machen jedoch auch deutlich, daß schon eine mittlere Belastungsintensität genügt, um Verbesserungen physischer Gesundheitsparameter zu erreichen.

Risiken durch Bewegung und Sport

Körperliche Aktivität hat nicht nur gesundheitsprotektive Eigenschaften, sondern steht auch in Zusammenhang mit gesundheitlichen Risiken (vgl. im Überblick Franklin & Nagelkirk, 2004).

So geben Raschka, Parzeller & Gläser (1996) sowie Parzeller, Raschka & Banzer (1998) einen Überblick über *traumatische Todesfälle* bei der Sportausübung. Am häufigsten wird der plötzliche Herztod (*Sudden cardiac death*) beim Sport in der Öffentlichkeit diskutiert. Epidemiologisch gehen Futterman & Myerburg (1998) für die USA von 1-5 Fällen bezogen auf eine Million Sporttreibende jährlich aus. Für Deutschland gibt Kindermann (2005, 106) die Inzidenz bei jungen Sportlern mit 0,5 bis 2 plötzlichen Herztodesfällen pro 100.000 und Jahr an und verweist auf eine ansteigende Rate jenseits des 35. Lebensjahrs. Häufigste Ursache des plötzlichen Herztodes bei jungen Sportlern ist die hypertrophe Kardiomyopathie (vgl. im Überblick Pelliccia, 2001), während bei älteren Personen (über 35jährige) die koronare Herzkrankheit dominiert (vgl. Franklin, Fletcher, Gordon, Noakes, Ades & Balady, 1997; Futterman & Myerburg, 1998; Goodman, 1995; Hillis, Maclean & Macintyre, 1996; Raschka, Parzeller, Kind & Banzer, 1998). Neben kardiovaskulären Ursachen

werden in der sportmedizinischen Fachliteratur zunehmend auch genetische Dispositionen (z.B. Wichter, Paul & Breithardt, 2005) vermutet, wie z.B. das angeborene Lange QT-Syndrom (vgl. Mischke & Stellbrink, 2005) oder das sog. Brugada-Syndrom (vgl. Kühlkamp & Stöckel, 2005). Häufig hätten entsprechende Vorsorgeuntersuchungen, bei denen sich bisher nicht bekannte kardiovaskuläre Erkrankungen hätten diagnostizieren lassen, den plötzlichen Herztod bei sportlicher Aktivität verhindern können (z.B. Schuchert, Heinemann, Braumann, Kandolf, Klingel, Neinertz & Püschel, 2004). Allerdings wird die Kosten-Nutzen-Bilanz von Screeningverfahren angesichts diagnostischer und meßmethodischer Probleme kontrovers diskutiert (vgl. Franklin et al., 1997; Futterman & Myerburg, 1998). Insgesamt scheint der kardioprotektive Effekt von sportlicher Aktivität jedoch unstrittig: „Die Gesamtbilanz spricht eindeutig für einen kardioprotektiven Effekt regelmässigen sportlichen Trainings. Dies betrifft auch ehemalige Leistungssportler, deren Lebenserwartung keineswegs niedriger, bei Ausdauersportlern sogar höher als bei Nichtsportlern ist.“ (Kindermann, 2005, 106; vgl. auch Albert et al., 2000).

Ein Hauptaufgabengebiet der Sportmedizin liegt in der Behandlung von *Sportunfällen*. Hier werden in der wissenschaftlichen Literatur immer wieder Statistiken zur Häufigkeit und Art von Unfallverletzungen in einzelnen Sportarten berichtet. Beispielhaft kann hier die wohl umfangreichste epidemiologische Studie von Steinbrück (1999) herangezogen werden, die auf der Auswertung von Daten von 30.603 Sportlern mit 34.742 Verletzungen über einen Zeitraum von 25 Jahren (1972-1997) beruht. Die absolut häufigsten Verletzungen sind demnach den Sportarten Fussball (34.3%), Skilaufen (11.9%), Handball (7.5%), Tennis (5,4%) und Volleyball (5.1%) zuzuordnen. Von den Verletzten sind drei Viertel Männer mit einer deutlichen Häufung im Altersbereich von 20-29 Jahren, während bei den Frauen der am häufigsten vertretene Altersbereich von 10 bis 39 Jahren reicht. Von den Körperregionen sind überwiegend die unteren Extremitäten mit 72.4% betroffen. Im Zeitverlauf der 15- und 25-Jahresanalyse lassen sich gewisse Trends nachweisen, wie z.B. die Zunahme von Läsionen in höherem Lebensalter. Auch zeigen sich in einzelnen Sportarten Steigerungen in der Verletzungshäufigkeit im Zeitverlauf der Studie (z.B. mehr als 25% beim Skilaufen und Tennis, beim Radsport hat sich die Verletzungshäufigkeit fast vervierfacht). Zunehmende Verletzungszahlen treten im Squash (vgl. van Dijk & Schröder, 1996), Snowboarding (vgl. auch Jerosch, Bachmann, Linnenbecker & Thorwesten, 1996), Mountainbiking (vgl. Dingerkus, Martinek, Kölzow & Imhoff, 1998; Gaulrapp, Weber & Rosemeyer, 1998; Shang & Neumann, 1996) und Inlineskating (vgl. auch Jerosch, Heidjahn & Thorwesten, 1998; Largiadèr, Nufer, Hotz & Käch, 1998) auf. In diversen Einzelstudien werden Verletzungsarten weiter differenziert, z.B. Kapselbandverletzungen des Sprunggelenks (z.B. Menke & Wilczkowiak, 1998), urologische Sportverletzungen (Bichler, Zumbrägel, Mattauch & Lahme, 2000), Sportverletzungen in der Gynäkologie (Meyer, Schiebeler, Neeser & Wallwiener, 2000), Sportverletzungen im Kiefer- und Gesichtsbereich (vgl. Schwenzer, 2000), am Auge (Zierhut, 2000) oder Verletzungen am Kniegelenk (Osti & Seil, 2004). Einen Überblick über sportartspezifische Verletzungen und Sportschäden geben Brüggemann & Krahl (2000) für das weibliche Kunstturnen, Jung, Dufek & Traut (1998) für das Feld- und Hallenhockey bzw. Strich & Vollmert (1998) für das Eishockey, Ganschow (1998) für Judo, Goertzen, Nalbach & Gürtler (2001) für den Nordischen Skisprung, Neusel, Löffelholz & Breuer (1996) für Basketball oder Froböse, Knaak & Menke (1996) für Handball. An dieser Stelle ebenfalls erwähnt seien Studien zu geschlechtsspezifischen Unterschieden in einigen Verletzungsarten, so z.B. bei Rupturen des vorderen Kreuzbandes (vgl. Petersen, Rosenbaum & Raschke, 2005; Petersen, Zantop, Rosenbaum & Raschke, 2005) sowie Sportverletzungen und Sportschäden im Kindes- und Jugendalter (Mellerowicz, Matussek, Wilke, Leier & Asamoah, 2000). Einen Überblick zur Befundlage hinsichtlich der Prävention und Rehabilitation von Sportverletzungen auf der Basis der Auswertung von Primärstudien (ausschließlich randomized controlled trials) und Metaanalysen legt Osann (2004) vor. In Zusammenhang mit der Intensität der sportlichen Aktivität sind hier auch Schädigungen infolge von Überlastungen zu erwähnen. So spricht man bei Verletzungen im Schulterbereich auch häufig von der ‚Schwimmerschulter‘, oder

‚Werferschulter‘ und meint damit spezifische intra- und periartikuläre Weichteilschäden, wie z.B. den sog. SLAP-Läsionen, infolge von wiederholten Überkopfbelastungen (vgl. Seil, Kusma & Rupp 2005). Zu erwähnen sind auch der sog. ‚Golfer- oder Tennisellbogen‘ (vgl. z.B. Hach & Renström, 2001; Steinbrück & Krzycki, 2005), spezifische Handverletzungen (vgl. z.B. Felderhoff, Lehnert & Mellerowicz, 2002, 2003), der ‚Skidaumen‘ (vgl. Wiemer, 2001), der ‚Fußballer-Leistenschmerz‘ (vgl. Hess, 2004), Sprunggelenksverletzungen (vgl. Lohrer, Alt, Gollhofer & Rappe, 2000) oder chronische Achillessehnenbeschwerden bzw. Achillessehnenrupturen, z.B. im Laufsport (vgl. Mayer, Grau, Bäurle, Beck, Krauss, Maiwald & Baur, 2000; Mayer & Dickhuth, 2002; vgl. Steinbrück, 2000). In diesem Zusammenhang sind auch degenerative Gelenkschäden in Folge von Sportverletzungen und Übertraining (vgl. Kreuz & Kohn, 2002; Osann, 2004) zu beachten.

Will man Aussagen zum *Verletzungsrisiko im Sport* allgemein treffen, muss die Zahl der Sportverletzungen in Relation gesetzt werden z.B. zu der Zahl der Sporttreibenden. Als Referenzwert wird häufig die Mitgliederzahl im organisierten Sport (für Deutschland im Deutschen Sportbund) herangezogen (vgl. auch Parzeller, Raschka & Banzer, 1998). Mit einer Mitgliederzahl von ca. 28 Millionen sind etwa ein Drittel der Bevölkerung Deutschlands in Sportvereinen organisiert. Allerdings müssen solche Daten angesichts der kaum abschätzbaren Zahl von nicht organisationsgebundenen Sporttreibenden nach oben korrigiert werden. Steinbrück (2004) schätzte im Jahr 2004 ca. 40 Millionen Sporttreibende in Deutschland. Hinsichtlich der Unfallzahlen im Sport gingen Gläser et al. (1994) zu Beginn der 90er Jahre von fast einer Million Sportunfälle in den alten Bundesländern aus, davon waren ca. 56% dem organisierten Vereinssport und ca. 44% dem nicht-organisierten Sport zuzuordnen. Mittlerweile wird für ganz Deutschland die jährliche Zahl der Sportunfälle auf bis zu 2 Millionen geschätzt, das entspricht einem Prozentsatz von 25-30% aller Unfälle pro Jahr (vgl. Steinbrück, 2004). Meeuwisse & Love (1997) diskutieren Probleme der Unfallstatistiken und machen Vorschläge zum Aufbau einer einheitlichen, weltweit vergleichbaren Systems analog zu entsprechenden Unfallregistern in Nordamerika.

Inwieweit körperliche Aktivität und Sport als zentrale Elemente eines gesundheitsbewussten Lebensstils längerfristig dazu beitragen können, die *Kosten im Gesundheitswesen* zu senken, wird seit Jahren kontrovers diskutiert. So ist der Bewegungsmangel als Risikofaktor für die Entstehung zivilisationsbedingter chronischer Erkrankungen, insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Diabetes mellitus, in vielen Studien nachgewiesen (vgl. z.B. Bouchard & Despres, 1995; Halle, Berg & Keul, 2000; Miltner, Wirtz & Siebert, 2001; Vuori, 2004; Weinhardt, Heller & Weh, 2001). Kolenda (2005) hat in einem Literaturreview die Evidenzbasierung hinsichtlich der Wirksamkeit von Lebensstilveränderungen (Beendigung des Rauchens, Änderung in der Ernährung, Abbau chronischer Stressbelastungen und regelmässige körperliche Aktivität) im Vergleich zu medikamentöser Therapie überprüft. Zur Überprüfung der Wirksamkeit des Teilbereichs ‚Körperliche Aktivität‘ hat Kolenda die Metaanalyse von O’Connor et al. (1989) herangezogen. Kolenda (2005, B1602) kommt zu dem Schluss, dass „... die Effektivität der angeführten Lebensstilveränderungen in der Summe die Effektivität auch einer kombinierten medikamentösen Therapie um das Mehrfache überschreiten dürfte.“ Nach Angaben von Kolenda werden die Kosten durch zivilisationsbedingte Bewegungsmangelfolgen auf ca. 50 Milliarden Euro jährlich geschätzt (vgl. auch die Schätzungen von Colditz, 1999, sowie von Booth, Gordon, Carlson & Hamilton, 2000, für die USA).

Andererseits müssen bei einer monetären Bilanzierung Kosten für Vorsorgeuntersuchungen und Präventionsprogramme sowie Behandlungskosten durch Sportunfälle und Sportschäden dagegen gerechnet werden. So beliefen sich Behandlungskosten von Sportunfällen nach Schätzungen von Steinbrück (1999) Ende der 90er Jahre auf ca. eine Milliarde Euro jährlich, das entsprach weniger als 1% der Gesamtausgaben der Gesundheitskassen. Vor dem Hintergrund dieser Zahlen dürfte die immer wieder erhobene Forderung nach einer Krankenzusatzversicherung für Sportler, insbesondere in sog. Risikosportarten, kaum zu einer Entlastung der Gesundheitskassen führen.

Insgesamt führt die *Diskussion um Kosten und Nutzen von körperlicher Aktivität* und Sport jedoch nicht weiter, da einerseits die Kosten monetär nur schwer abschätzbar sind, andererseits der mögliche Nutzen kaum bezifferbar ist. Unabhängig von der betriebswirtschaftlichen Betrachtungsweise ist der (nicht-monetäre) Nutzen eines gesundheitsbewussten, bewegungsaktiven Lebensstils (vgl. auch Murphy, 2004) hervorzuheben, der unabhängig von der Lebenserwartung in der Steigerung der Lebensqualität besteht.

Literatur

- Abele, A., Brehm, W. & Gall, T. (1991). Sportliche Aktivität und Wohlbefinden. In A. Abele & P. Becker (Hrsg.), *Wohlbefinden* (S. 279-296). Weinheim: Juventa.
- Ainsworth, B.E. & Levy, S.S. (2004). Assessment of Health-Enhancing Physical Activity: Methodological Issues. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 239-270). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Albert, C.M. et al. (2000). Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *New England Journal of Medicine*, 343 (19), 1355-1361.
- Andersen, L.B. (1995). Physical activity and physical fitness as protection against premature disease or death. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 5, 318-328.
- Andersen, L.B. & Hippe, M. (1996). Coronary Heart Disease Risk Factors in the Physically Active. Impact of Exercise. *Sports Medicine*, 22 (4), 213-218.
- Atkinson, R.L. & Walberg-Rankin, J. (1994). Physical activity, fitness, and severe obesity. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 696-711). Champaign: Human Kinetics.
- Banzer, W. (1993). Ansätze der präventiven Sportmedizin im Rahmen der Gesundheitsförderung. In R. Prohl (Hrsg.), *Facetten der Sportpädagogik* (S. 113-119). Schorndorf: Hofmann.
- Banzer, W. (2003). Prävention. In P. Röthig & R. Prohl et al. (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (S. 429f.). Schorndorf: Hofmann (7., völlig neu bearbeitete Aufl.).
- Bauman, A. & Miller Y. (2004). The Public Health Potential of Health Enhancing Physical Activity. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 97-123). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Bauman, A. & Owen, N. (1999). Physical activity of adult australians: Epidemiological evidence and potential strategies for health gain. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2 (1), 30-41
- Bell, G.J., & Wenger, H.A. (1992). Physiological adaptations to velocity-controlled resistance training. *Sports Medicine*, 13 (4), 234-244.
- Berlin, J.A. & Colditz, G.A. (1990). A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *American Journal of Epidemiology*, 132, 612-628.
- Berard, A. et al. (1997). Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 7, 331-337.
- Berg, A. et al. (1996). Cholesterinsenkung in der kardiovaskulären Prävention - Bewegung versus Medikament. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47 [Sonderheft], 177-181.
- Berger, M. (1988). Typ-I-Diabetes und Sport. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 39 (7), 272-275.
- Begerow, B., Pfeifer, H. & Minne, H. (2004a). Sport und Bewegungstherapie in der Rehabilitation der Osteoporose. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (10), 266-267.
- Begerow, B., Pfeifer, H. & Minne, H. (2004b). Sport und Bewegungstherapie in der Rehabilitation der Osteoporose. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (11), 301-302.
- Bichler, K.H., Zumbrägel, A., Mattauch, W. & Lahme, S. (2000). Urologische Sportverletzungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (11), 359-364.

- Björntorp, P. (1990). Adipose tissue adaptation to exercise. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 315-323). Champaign: Human Kinetics.
- Blair, S.N., Kohl, H.W., Paffenbarger, R.S., Clark, D.G., Cooper, K.H. & Gibbons, L.W. (1989). Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *Journal of American Medical Association*, 262 (17), 2395-2401.
- Blair, S.N., Kohl, H.W. & Brill, P. (1990). Behavioral adaptation to physical activity. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 385-398). Champaign: Human Kinetics.
- Blair, S.N. et al. (1992). How much physical activity is good for health? *Annu Rev Public Health*, 13, 99-126.
- Blair, S.N. (1993). Physical activity, physical fitness and health. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64 (4), 365-376.
- Blair, S.N. (1994). Physical activity, fitness, and coronary heart disease. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 579-590). Champaign: Human Kinetics.
- Blair, S.N. et al. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study in healthy and unhealthy men. *Journal of American Medical Association*, 273 (14), 1093-1098.
- Blair, S.N. et al. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *Journal of American Medical Association*, 276 (3), 205-210.
- Blair, S.N. & Brodney, S. (1999). Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research issues [Supplement]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31, 646-662.
- Böning, D. & Schmidt, W. (1992). Das trainierte Blut - Blutvolumenregulation und Ausdauersport. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 4 (1), 5-13.
- Booth, F.W., Gordon, S.E., Carlson, C.J. & Hamilton, M.T. (2000). Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. *Journal of Applied Physiology*, 88, 774-787.
- Bouchard, C. et al. (1994). The response to exercise with constant energy intake in identical twins. *Obesity Research*, 2, 400-410.
- Bouchard, C., & Després, J.P. (1995). Physical Activity and Health: Artherosclerotic, Metabolic, and Hypertensive Diseases. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 66 (4), 268-275.
- Bray, G.A. (1990). Exercise and obesity. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 497-510). Champaign: Human Kinetics.
- Britten, M.B., Zeicher, A.M. & Schächinger V. (2000). Endothelfunktion und körperliche Aktivität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (4), 118-122.
- Brooks, G.A. (1994). Physical activity and carbohydrate metabolism. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 510-620). Champaign: Human Kinetics.
- Brüggemann, G.-P., Krahl, H. (2000). *Belastungen und Risiken im weiblichen Kunstturnen. Teil 1: Aus der Sicht von Biomechanik und Sportmedizin*. Schorndorf: Hofmann.

- Buskirk, E.R. (1990). Exercise, fitness, and aging. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 687-697). Champaign: Human Kinetics.
- Calabrese, L.H. (1990). Exercise, immunity, cancer, and infection. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 567-579) Champaign: Human Kinetics.
- Cederholm, J. & Wibell, L. (1985). Glucose tolerance and physical activity in a health survey of middle-aged subjects. *Acta medica Scandinavica*, 217, 373-378.
- Cederholm, J. & Wibell, L. (1986). The relationship of blood pressure to blood glucose and physical activity. *Acta medica Scandinavica*, 219, 37-46.
- Colditz, G.A. (1999). Economic costs of obesity and inactivity [Supplement]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (11), 663-667.
- Costas, R. et al. (1978). Relationship of lipids, weight, and physical activity to incidence of coronary heart disease. *American Journal of Cardiology*, 42, 469-485.
- Cumming, D.C. et al. (1989). The effects of exercise on reproductive function in men. *Sports Medicine*, 8 (7), 1-17.
- Dalsky, G.P. (1990). Effect of exercise on bone: Permissive influence of estrogen and calcium. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22 (3), 281-285.
- Danz, A.M., Zittermann, A., Schiedermaier, U., Klein, K., Hötzel, D. & Schönau, E. (1998). Der Einfluß von Sport auf die Knochendichte perimenopausaler und postmenopausaler Frauen - eine Interventionsstudie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (10), 306-312.
- De Almeida, M.D.V. (2004). Population levels and patterns of physical activity for health. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 271-293). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- De Meersman, R.E. (1990). Aspirin and exercise as a prophylaxis for heart disease. Is it safe? *Sports Medicine*, 9 (2), 71-75.
- Despres, J.-P. (1994). Physical activity and adipose tissue. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 358-368). Champaign: Human Kinetics.
- Dickhuth, H.-H. (2003). Sportmedizin. In P. Röthig & R. Prohl et al. (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (S. 520-521). Schorndorf: Hofmann (7., völlig neu bearbeitete Aufl.).
- Dimeo, F.C. (2001). Körperliche Aktivität und Krebs: Eine Übersicht. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (9), 238-244.
- Dimeo, F. (2004a). Körperliche Aktivität bei Patienten mit neoplastischen Erkrankungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (4), 106-107.
- Dimeo, F. (2004b). Welche Rolle spielt körperliche Aktivität in der Prävention, Therapie und Rehabilitation von neoplastischen Erkrankungen? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (7/8), 177-182.
- Dingerkus, M.L., Martinek, V., Kölzow, I. & Imhoff, A. (1998). Verletzungen und Überlastungsschäden beim Mountainbiken. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (8), 242-244.
- Donahue, R.P. et al. (1988). Physical activity and coronary heart disease in middle-aged and elderly men: The Honolulu Heart Program. *American Journal of Public Health*, 78, 683-685.
- Drinkwater, B.L. (1994). Physical activity, fitness, and osteoporosis. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 724-736). Champaign: Human Kinetics.

- Ehram, R., Stoffel, S., Mensink, G. & Melges, T. (2004). Übergewicht und Adipositas in den USA, Deutschland, Österreich und der Schweiz. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (11), 278-285.
- Ekelund, L.G. et al. (1988). Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men. The Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *New England Journal of Medicine*, 319, 1379-1384.
- Etnier, J.L., Salazar, W., Landers, D.M., Petruzzello, S.J., Han, M. & Nowell, P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 19, 249-277.
- Fagard, R.H. & Tipton, C.M. (1994). Physical activity, fitness, and hypertension. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 633-655). Champaign: Human Kinetics.
- Felderhoff, J., Lehnert, M. & Mellerowicz, H. (2002). Das schmerzhafteste Handgelenk im Sport: Ulnokarpales Gelenkkompartiment und Distales Radioulnargelenk. Untersuchung und bildgebende Diagnostik. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (11), 327-328.
- Felderhoff, J., Lehnert, M. & Mellerowicz, H. (2003). Das schmerzhafteste Handgelenk im Sport: Ulnokarpales Gelenkkompartiment und Distales Radioulnargelenk. Spezielle Verletzungen - Diagnostik und Therapie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (1), 27-28.
- Fellmann, N. (1992). Hormonal and plasma volume alterations following endurance exercise. A brief review. *Sports Medicine*, 11 (1), 37-49.
- Franklin, B.A., Fletcher, G.F., Gordon, N.F., Noakes, T.D., Ades, P.A. & Balady, G.J. (1997). Cardiovascular evaluation of the athlete. Issues regarding performance, screening and sudden cardiac death. *Sports Medicine*, 24 (2), 97-119.
- Franklin, B.A. & Nagelkirk, P.R. (2004). Health Risks of Physical Activity. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 125-147). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Froböse, I., Knaak, A.-K. & Menke, W. (1996). Häufigkeit und Lokalisation von Verletzungen im Frauenhandball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47 (9), 472-478.
- Froelicher, V.F. (1990). Exercise, fitness, and coronary heart disease. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 429-450). Champaign: Human Kinetics.
- Futterman, L.G. & Myerburg, R., (1998). Sudden death in athletes. An update. *Sports Medicine*, 26 (5), 335-350.
- Gabriel, H. & Kindermann, W. (1995). Infektionen und Sport: Häufigkeit, Ursachen und präventive Aspekte. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 46 [Sonderheft], 73-85.
- Gabriel, H. (2000). *Sport und Immunsystem*. Schondorf: Hofmann.
- Ganschow, R. (1998). Sportverletzungen im Judo: Risikoprofil und Ansätze für die Prävention. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (3), 76-78.
- Gaulrapp, H.H., Weber, A. & Rosemeyer, B. (1998). Verletzungen beim Mountainbiken: Breitensportler vs. Weltcupfahrer. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (8), 236-238.
- Giacca, A. et al. (1994). Physical activity, fitness, and type I diabetes. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 656-668). Champaign: Human Kinetics.

- Gläser, H. et al. (1994). Zur Kostenbelastung im Gesundheitswesen durch Sportunfälle. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 45 (7/8), 317-321.
- Goertzen, M., Nalbach, H. & Gürtler, R. (2001). Analyse der Verletzungsproblematik im Nordischen Skisprung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (1), 15-20.
- Goodman, J.M. (1995). Exercise and sudden cardiac death: Etiology in apparently healthy individuals. *Sport Science Review*, 4 (2), 14-30.
- Gordon, N.F. et al. (1990). Exercise and mild essential hypertension: Recommendations for adults. *Sports Medicine*, 9 (10), 390-404.
- Graf, C., Bjarnason-Wehrens, B. & Löllgen, H. (2004). Ambulante Herzgruppen in Deutschland - Rückblick und Ausblick. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (12) 339-346.
- Gudat, U., Berger, M. & Lefebvre, P.J. (1994). Physical activity, fitness, and non-insulin-dependent (type II) diabetes mellitus. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 669-683). Champaign: Human Kinetics.
- Hach, T. & Renström, P. (2001). Tennisellbogen - Insertionstendopathie des Ellenbogens. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (5), 154-161.
- Hackfort, D. & Kriegel, R. (1997). *Sportliche Aktivität und Diabetes mellitus Typ II – eine Metaanalyse*. Reihe ArbeitsInformation Sportwissenschaft, Bd. 9. Neubiberg: Eigenverlag.
- Hackney, A.C. (1989). Endurance training and testosterone levels. *Sports Medicine*, 8 (2), 117-127.
- Hagberg, J.M. (1990). Exercise, fitness, and hypertension. In C. Bouchard, C. et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 455-466). Champaign: Human Kinetics.
- Hahn, C. (2003). Sekundäranalytische Betrachtung der Befundlage zur Sporttherapie. *Sportwissenschaft*, 33 (4), 415-425.
- Hahn, C. (2004). Empirische Überprüfung von Bausteinen der Sporttherapie bei Atemwegserkrankungen. *Sportwissenschaft*, 34 (2), 116-175.
- Halle, M., Berg, A. & Keul, J. (2000). Adipositas und Bewegungsmangel als kardiovaskuläre Risikofaktoren. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (4), 123-129.
- Halle, M. & Berg, A. (2002). Körperliche Aktivität und Lipidstoffwechsel. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (2), 58-59.
- Halle, M. (2004). Sekundärprävention der koronaren Herzerkrankung: Einfluss von körperlichem Training auf Morphologie und Funktion der Koronargefäße. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (3), 66-69.
- Hardman, A. (1996). Exercise in the prevention of atherosclerotic, metabolic and hypertensive disease: A review. *Journal of Sports Sciences*, 14, 201-218.
- Haskell, W.L. et al. (1980). Strenuous physical activity, treadmill exercise test response and plasma high density lipoprotein cholesterol. The Lipid Research Clinic Program Prevalence Study [Supplement IV]. *Circulation*, 62, 53-61.
- Haskell, W. L. (2004). General dose response issues concerning physical activity and health. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 149-167). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Hess, H. (2004). Der chronische Leistenschmerz des Sportlers. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (4), 108-109.
- Heyden, S. (1993). Zur HDL-Epidemiologie: Körperliche Aktivität, ein Co-Faktor? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 44 (10), 504-509.
- Highet, R. (1989). Athletic amenorrhoea. An update on aetiology, complications and management. *Sports Medicine*, 8 (2), 82-108.

- Hill, J.O., Drougas, H.J. & Peters, J.C. (1994). Physical activity, fitness, and moderate obesity. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens T. (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 684-695). Champaign: Human Kinetics.
- Hill-Westmoreland, E.E., Soeken, K. & Spellbring, A.M. (2002). A meta-analysis of fall prevention programs for the elderly: how effective are they? *Nursing research*, 51, 1-8.
- Hillis, W.S., Maclean, J.A. & Macintyre, P.D. (1996). Cardiac conditions: risk factors for sudden death in sport. *Sport Exercise and Injury*, 2, 56-63.
- Hollmann, W. (1996). Die Wirkung körperlicher Aktivität auf Forschung und Praxis der präventiven Kardiologie. In Club of Cologne (Hrsg.), *Gesundheitsförderung und körperliche Aktivität* (S. 56-85). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Hollmann, W., de Meirleir, K., Fischer, H.G. & Holzgraefe, M. (1993). Über neuere Aspekte von Gehirn, Muskelarbeit, Sport und Psyche. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 44 (10), 478-490.
- Hollmann, W. & Strüder H.K. (2001). Brain, Psyche, Mind and Muscular Activity. In W. Hollmann, D. Kurz & J. Mester (Eds.), *Current Results on Health and Physical Activity* (pp. 87-113). Schorndorf: Hofmann
- Hollmann, W. & Strüder H. (2003). Gehirngesundheit, -leistungsfähigkeit und körperliche Aktivität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (9), 265-266.
- Hollmann, W., Strüder, H. & Tagarakis, C.V.M. (2005). Gehirn und körperliche Aktivität. *Sportwissenschaft*, 35 (1), 3-14.
- Holme, E. et al (1981). Physical activity at work and at leisure time in relation to coronary risk factors and social class. A 4-year mortality follow-up. The Oslo Study. *Acta Med Scand*, 209, 277-283.
- Horstmann, T., Heitkamp, H.C., Haupt, G., Merk, J., Mayer, F. & Dickhuth, H.-H. (2001). Möglichkeiten und Grenzen der Sporttherapie bei Coxarthrose- und Hüftendoprothesen-Patienten. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (10), 274-278.
- Huonker, M. (2004). Sekundärprävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen – Pathophysiologische Aspekte und Belastungssteuerung von körperlichem Training. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (5), 118-123.
- Israel, S. (1989). Der Bewegungsmangel als kardiovaskulärer Risikofaktor - Eine Übersicht zu epidemiologischen Untersuchungen. *Medizin und Sport*, 29 (1), 2-8.
- Jaeschke, R. (2005). Evidenz und übergeordnete Wirkung von körperlichem Training bei Kindern mit Adipositas. In B. Bjarnason-Wehrens & S. Dordel (Hrsg.), *Brennpunkte der Sportwissenschaft*, Heft 29 (S. 89-109). Sankt Augustin: Academia.
- Jerosch, J., Bachmann, B., Linnenbecker, S. & Thorwesten, L. (1996). Snowboarden: typische Verletzungen – Ursachen – prophylaktische Maßnahmen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47 (11/12), 562-569.
- Jerosch, J. Heidjahn, J. & Thorwesten, L. (1998). Verletzungsmuster und Akzeptanz von passiver sowie aktiver Verletzungsprophylaxe bei Inline-Skatern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (1), 3-8.
- Jung, R. Dufek, P. & Traut, R. (1998). Feld- und Hallenhockey: Belastung und Gefährdung des Bewegungsapparates durch Verletzungen und Sportschäden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (11/12), 332-339.
- Jolliffe, J.A. et al. (2001). Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease (Cochrane Review). *Cochrane Database Syst Rev*, CD 001800.
- Kannel, W.B. et al. (1986). Physical activity and physical demand on the job and risk of cardiovascular disease and death. The Framingham Study. *American Heart Journal*, 114, 213-219.

- Kavey, R.E.W. et al. (2003). American Heart Association guidelines for primary prevention of atherosclerotic cardiovascular disease beginning in childhood. *Circulation*, 107, 1562-1566.
- Karvonen, M.J. (1982). Physical activity in work and leisure time in relation to cardiovascular disease [Supplement 34]. *Annals of Clinical Research*, 14, 118-123.
- Kelley, G.A. (1998a). Aerobic exercise and lumbar spine bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis. *Journal of American Geriatrics Society*, 46, 143-152.
- Kelley, G.A. (1998b). Exercise and regional bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analytic review of randomised trials. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77, 76-78.
- Kelley, G.A. (1998c). Aerobic exercise and bone density at the hip in postmenopausal women: a meta-analysis. *Preventive Medicine*, 27, 798-807.
- Kelley, G.A., Kelley, K.S. & Tran, Z.V. (2000). Exercise and bone mineral density in men: a meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*, 88, 1730-1736.
- Kelley, G.A., Kelley, K.S. & Tran, Z.V. (2001). Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80, 65-77.
- Kelley, G.A., Kelley, K.S. & Tran, Z.V. (2002). Exercise and lumbar spine bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. *Journal of Gerontology*, 57, 599-604.
- Kelley, G. & Tran, Z.V. (1995). Aerobic exercise and normotensive adults: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 1371-1377.
- Kemmler, W. & Riedel, H. (1998). Körperliche Belastung und Osteoporose. Einfluss einer 10monatigen Interventionsmaßnahme auf ossäre und extraossäre Risikofaktoren einer Osteoporose. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (9), 270-271.
- Kemmler, W. (1999). Einfluß unterschiedlicher Lebensabschnitte auf die belastungsabhängige Reaktion ossärer Risikofaktoren einer Osteoporose. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (4), 114-119.
- Kemmler, W., von Stengel, S., Weineck, J. & Engelke, K. (2003). Empfehlungen für ein körperliches Training zur Verbesserung der Knochenfestigkeit: Schlussfolgerungen aus Tiermodellen und Untersuchungen an Leistungssportlern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (11), 306-316.
- Kesaniemi, Y.A. et al. (2001). Consensus statement: Dose-response issues concerning physical activity and health. An evidence-based symposium. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (Suppl. 6), 351-358.
- Kindermann, W., Dickhut, H.-H., Niess A., Röcker, K. & Urhausen, A. (2003). *Sportkardiologie. Körperliche Aktivität bei Herzerkrankungen*. Darmstadt: Steinkopff.
- Kindermann, W. (2005). Plötzlicher Herztod beim Sport. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (4), 106-107.
- Knoll, M. (1997). *Sporttreiben und Gesundheit - Eine kritische Analyse vorliegender Befunde*. Schorndorf: Hofmann.
- Knoll, M. (2000). Sport and health. The german perspectives. *International Journal of Physical Education*, 37 (2), 50-57.
- Knoll, M. (2002). Sport and health. The german perspectives. *International Journal of Physical Education*, 39 (2), 14-23.
- Knoll, M. (2004). Sport and health: The german perspective. Review 2002/2003. *International Journal of Physical Education*, 41 (2), 60-77.

- König, D., Grathwohl, D., Deibert, P., Weinstock, C., Northoff, H. & Berg, A. (2000). Sport und Infekte der oberen Atemwege – Epidemiologie, Immunologie und Einflussfaktoren. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (7/8), 244-250.
- Kokkinos, P.F. & Hurley, B.F. (1990). Strength training and lipoprotein-lipid profiles. A critical analysis and recommendations for further study. *Sports Medicine*, 9 (5), 266-272.
- Kolenda, K.D. (2005). Sekundärprävention der koronaren Herzkrankheit: Effizienz nachweisbar. Wirksamkeit von Lebensstilveränderungen im Vergleich zur medikamentösen Therapie. *Deutsches Ärzteblatt*, 102 (26), 1596-1602.
- Kretzschmar, M. & Müller, D. (1993). Aging, training and exercise. A review of effects on plasma glutathione and lipid peroxids. *Sports Medicine*, 15 (3), 196-209.
- Kreutz, A. & Kohn, D. (2002). Gelenkschäden nach Sportverletzungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (2), 45-48.
- Kubesch, S. (2004). Das bewegte Gehirn – an der Schnittstelle von Sport- und Neurowissenschaft. *Sportwissenschaft*, 34 (2), 135-144.
- Kühlkamp, V. & Stöckel, H. (2005). Brugada-Syndrom – seltene Ursache plötzlicher Todesfälle bei Sportlern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (5), 131-135.
- Lacasse, Y. et al. (1996). Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet*, 348, 1115-1119
- Largiadèr, U., Nufer, M., Hotz, Th. & Käch, K. (1998). Teure Trendsportarten. Inline Skating: Alarmierende Zahlen aus einem Schweizer Zentrumsspital. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (4), 119-123.
- Laughlin, M.H., McAllister, R.M. & Delp, M.D. (1994). Physical activity and the microcirculation in cardiac and skeletal muscle. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 302-317). Champaign: Human Kinetics.
- Lee, I.M., Manson, J.E., Hennekens, C.H. & Paffenbarger, R.S. (1993). Body weight and mortality. A 27-year follow-up of middle-aged men. *Journal of American Medical Association*, 270, 2823-2828.
- Lee, I.M. et al. (2000). Physical activity and coronary heart disease risk in men: Does the duration of exercise episodes predict risk? *Circulation*, 102 (9), 981-986.
- Lee, I.M. et al. (2001). Physical activity and coronary heart disease in women: Is „no pain, no gain“ passe? *Journal of American Medical Association*, 285 (11), 1447-1454.
- Lemura, L.M., von Duvillard, S.P. & Mookerjee, S. (2000). The effects of physical training of functional capacity in adults. Ages 46-90: a meta-analysis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40, 1-10
- Leon, A.S. (1991). Physical activity and risk of ischemic heart disease - an update 1990. In P. Oja & R. Telama (Eds.), *Sport for all* (pp. 251-264). Amsterdam: Elsevier.
- Leon, A.S. & Connett, J. (1991). Physical activity and 10.5 year mortality in the Multiple Risk Factor Interventiv Trial (MRFIT). *International Journal of Epidemiology*, 20 (3), 690-697.
- Leon, A.S. et al. (2002). Variability in the response of HDL-Cholesterol to exercise training in the Heritage Family Study. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 1-9.
- Lie, H. et al. (1985). Coronary heart risk factors and incidence of coronary death in relation to physical fitness: Seven-year follow-up study of middle-aged and elderly men. *European Heart Journal*, 6, 147-157.

- Lissner, L. et al. (1996). Physical activity levels and changes in relation to longevity. A prospective study of Swedish women. *American Journal of Epidemiology*, 143 (1), 54-62.
- Lohrer, H., Alt, F., Gollhofer, A. & Rappe, B. (2000). Verletzungen am lateralen Kapselbandapparat des Sprunggelenks - eine Übersicht. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (6), 196-203.
- Löllgen, H., Dickhut, H.-H. & Dirschedl, P. (1998). Sekundärprävention der koronaren Herzerkrankungen - Vorbeugung durch körperliche Bewegung. *Deutsches Ärzteblatt*, 95 (24), 1531-1538.
- Löllgen, H. (2003). Primärprävention kardialer Erkrankungen Stellenwert der körperlichen Aktivität. *Deutsches Ärzteblatt*, 100 (15), 828-834.
- Lötzerich, H. & Uhlenbruck, G. (1995). Präventive Wirkung von Sport im Hinblick auf die Entstehung maligner Tumore? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 46 [Sonderheft], 86-94.
- Lokey, E.A. & Tran, Z.V. (1989). Effects of exercise training on serum lipid and lipoprotein concentrations in women: A meta-analysis. *International Journal of Sports Medicine*, 10, 424-429.
- Mäder, U. et al. (2001). Influence of continuous and discontinuous training protocols on subcutaneous adipose tissue and plasma substrates. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 344-349.
- Marti, B. et al. (1988). 10-year trends in physical activity in the eastern Finnish adult population: Relationship to socio-economic and lifestyle characteristics. *Acta Med Scand*, 224, 195-203.
- Marti, B. (1991). Health effects of recreational running in women. Some epidemiological and preventive aspects. *Sports Medicine*, 11 (1), 20-51.
- Martin, P., Rott, C. & Poon, L. (2001). Nur durch Aktivität gesund und zufrieden bis ins hohe Alter? Ergebnisse der Langlebigkeitsforschung. In R. Daus, E. Emrich, C. Igel & W. Kindermann (Hrsg.), *Aktivität und Altern* (S.66-79). Schorndorf: Hofmann.
- May, G.S. et al. (1982). Secondary prevention after myocardial infarction: A review of long-term trials. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 24, 331-352.
- Mayer, F., Grau, S., Bäurle, W., Beck, M., Krauss, I., Maiwald, C. & Baur, H. (2000). Achillessehnenbeschwerden im Laufsport - eine aktuelle Übersicht. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (5), 161-167.
- Mayer, F. & Dickhuth, H.H. (2002). Chronische Achillessehnenbeschwerden im Sport. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (9), 256-257.
- McKelvie, R.S. & McCartney, N. (1990). Weightlifting training in cardiac patients. Considerations. *Sports Medicine*, 10 (6), 355-364.
- Meeusen, R., Piacentini, M., Kempenaers, F., Busschaert, B., De Schutter, G., Buyse, L. & De Meirleir, K. (2001). Neurotransmitter im Gehirn während körperlicher Belastung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (12), 361-368.
- Meeuwisse, W.H., & Love, E.J. (1997). Athletic injury reporting. Development of universal systems. *Sports Medicine*, 24 (3), 184-204.
- Mellerowicz, H., Matussek, J., Wilke, S., Leier, T. & Asamoah, V. (2000). Sportverletzungen und Sportschäden im Kindes- und Jugendalter – eine Übersicht. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (3), 78-84.
- Menke, W. & Wilczkowiak, I.U. (1998). Kapselbandverletzungen des oberen Sprunggelenkes. Eine epidemiologische Studie bei Sportstudierenden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (6), 193-196.

- Mensink, G. (2002). Körperliches Aktivitätsverhalten in Deutschland. In G. Samitz & G. Mensink (Hrsg.), *Körperliche Aktivität in Prävention und Therapie* (S. 35-44). München: Marseille-Verlag.
- Meyer, A., Schiebeler, A., Neeser, E. & Wallwiener D. (2000). Sportverletzungen in der Gynäkologie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (11), 365-368.
- Meyer, K. (2000). Neue Aspekte zum körperlichen Training bei chronischer Herzinsuffizienz. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (9), 286-290.
- Meyer, K. & Foster, C. (2004). Muskelaufbau im Zentrum des kardiovaskulären Trainings. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (3), 70-74.
- Miller, B.J. (1990). Haematological effects of running. A brief review. *Sports Medicine*, 9 (1), 1-6.
- Miltner, O., Wirtz, D.C. & Siebert, C.H. (2001). Die Kräftigung der Lumbalextensoren (MedX) - die Therapie beim chronischen Rückenschmerz – eine Übersicht und Metaanalyse. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 139, 287-293.
- Mischke, K. & Stellbrink C., (2005). Klinische Aspekte zum Langen QT-Syndrom. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (5), 126-130.
- Mitchell, J.H. & Raven, P.B. (1994). Cardiovascular adaptation to physical activity. In In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens. (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 286-301). Champaign: Human Kinetics.
- Mole, P.A. (1990). Impact of energy intake and exercise on resting metabolic rate. *Sports Medicine*, 10 (2), 72-87.
- Moore, S. (1994). Physical activity, fitness, and atherosclerosis. In In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens. (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 570-578). Champaign: Human Kinetics.
- Morris, J.N. et al. (1953). Coronary heart disease and physical activity of work. *Lancet*, 1053-1057; 1111-1120.
- Morris, J.N. (1996). Körperliche Aktivität gegen Herzinfarkt. In The Club of Cologne (Hrsg.), *Gesundheitsförderung und körperliche Aktivität* (S. 104-115). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Murphy, M. (2004). Lifestyle activity for health. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 209-237). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Myers, J. et al. (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *New England Journal of Medicine*, 346 (11), 793-801.
- Neusel, E., Löffelholz, M. & Breuer, A. (1996). Sportverletzungen und Schäden bei Basketballspielern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47 (7/8), 415-420.
- Newsholme, E.A. & Parry-Billings, M. (1994). Effect of exercise on the immune system. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens. (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 451-45). Champaign: Human Kinetics.
- Newsholme, E.A. (1990). Effects of exercise on aspects of carbohydrate, fat, and amino acid metabolism. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 293-308). Champaign: Human Kinetics.
- Niebauer, J. (2005). Stellenwert körperlichen Trainings bei der aktuellen Therapie koronarkrankter Diabetiker. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (1), 6-11.
- Nieman, D.C. (1994). Physical activity, fitness, and infection. In In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 796-813). Champaign: Human Kinetics.

- Nielsen-Dietrich, U. (1992). *Physische Aktivität und koronare Herzkrankheit. Was ist gesichert?* Münster: MBO.
- O'Connor, G.T. et al. (1989). An overview of randomised trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation*, 80, 234-244.
- Oja, P. (2004). Frequency, duration, intensity and total volume of physical activity as determinants of health outcomes. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 169-207). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Oldridge, N.B. et al. (1988). Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *Journal of American Medical Association*, 260, 945-950.
- Osann, C. (2004). *Der Einfluss von Bewegung, Training und Sport auf das Bewegungssystem in der Prävention. Eine Analyse unter Verwendung des EBM-Vorgehensmodells.* Berlin: dissertation.de
- Osti, M. & Seil, R. (2004). Das schmerzhafte Knie im Kindes- und Jugendalter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (10), 246-255.
- Owen, N., Humpel, N., Salmon, J. & Oja, P. (2004). Environmental influences on physical activity. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 393-426). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Paffenbarger, R.S. (1991). Körperliche Aktivität, Leistungsfähigkeit, koronare Herzkrankheit und Lebenserwartung (Übersichtsartikel). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 42 (2), 60-66.
- Paffenbarger, R.S., Hyde, R.T. & Wing, A.L. (1990). Physical activity and physical fitness as determinants of health and longevity. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness and health. A consensus of current knowledge* (pp. 33-48). Champaign: Human Kinetics.
- Paffenbarger, R.S., Hyde, R.T., Wing, A.L. & Hsieh, C.C. (1986). Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *New England Journal of Medicine*, 314 (10), 605-613.
- Paffenbarger, R.S., Hyde, R.T., Wing, A.L., Lee, I.M., Jung, D.L. & Kampert, J.B. (1993). The association of changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *New England Journal of Medicine*, 328, 538-545.
- Paffenbarger, R.S. & Lee, I. (2001). Age-specific physical activities and other lifeway patterns influencing health and longevity. In W. Hollmann, D. Kurz & J. Mester (Eds.), *Current results on health and physical activity* (pp.13-25). Schorndorf: Hofmann
- Paffenbarger, R.S., Wind, A.L. & Hyde, R. (1978). Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *American Journal of Epidemiology*, 108, 161-175.
- Paffenbarger, R.S., Wolf, P.A., Notkin, J. & Thorne, M.C. (1966). Chronic disease in former college students. Early precursors of fatal coronary heart disease. *American Journal of Epidemiology*, 83, 314-328.
- Parzeller, M., Raschka, C. & Banzer, W. (1998). Der traumatische Tod bei Sportausübung: Ursachen, Inzidenzen und präventive Ansätze *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 [Sonderheft], 285-289
- Pearl, P.M. (1987). The effects of exercise on the development and function of the coronary collateral circulation. *Sports Medicine*, 6 (4), 86-94.
- Pedersen, B.K. (2001). Physical activity and the immune system – for the better and the worse. In W. Hollmann, D. Kurz & J. Mester (Eds.), *Current results on health and physical activity* (pp. 61-86). Schorndorf: Hofmann

- Pelliccia, A. (2001). Myokardiale Erkrankungen als Risiko eines plötzlichen Herztodes beim Sportler- Die Notwendigkeit kardialer Vorsorgeuntersuchungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (6), 197-204.
- Pescatello, L.S. & DiPietro, L. (1993). Physical activity in older adults. An overview of health benefits. *Sports Medicine*, 12 (6), 353-364.
- Petersen, W., Rosenbaum, D. & Raschke, M. (2005). Rupturen des vorderen Kreuzbandes bei weiblichen Athleten. Teil 1: Epidemiologie, Verletzungsmechanismen und Ursachen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (6), 150-156.
- Petersen, W., Zantop, T., Rosenbaum, D. & Raschke, M. (2005). Rupturen des vorderen Kreuzbandes bei weiblichen Athleten. Teil 2: Präventionsstrategien und Präventionsprogramme. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (6), 157-164.
- Powell, K.E., & Paffenbarger, R.S. (1985). Workshop on epidemiologic and public health aspects of physical activity and exercise: A summary. *Public Health Reports*, 100 (2), 118-125.
- Powell, K.E., Thompson, P.D., Caspersen, C.J. & Kendrick, J.S. (1987). Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annual Review of Public Health*, 8, 253-287.
- Prior, J.C. (1990). Reproduction: Exercise-related adaptations and the health of women and men. In C. Bouchard, C. et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 661-675). Champaign: Human Kinetics.
- Province, M.A. et al. (1995). The effects of exercise on fall in elderly patients. A pre-planned meta-analysis of the FICSIT Trials. Frailty and injuries: Cooperative studies of intervention techniques. *Journal of American Medical Association*, 273, 1341-1347.
- Quaglietti, S. & Froelicher, V.F. (1994). Physical activity and cardiac rehabilitation for patients with coronary heart disease. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 591-608). Champaign: Human Kinetics.
- Rankinen, T., Pérusse, L. & Bouchard, C. (2001). Genetic Aspects of Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness and the Response to Regular Exercise. In W. Hollmann, D. Kurz & J. Mester (Eds.), *Current results on health and physical activity* (pp. 27-60). Schorndorf: Hofmann
- Raschka, C., Parzeller, M. & Gläser, H. (1996). Todesfälle im Vereinssport in der Bundesrepublik Deutschland. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47 (1), 17-22.
- Raschka, C., Parzeller, M., Kind, M. & Banzer, W. (1998). Organpathologische Ursachen des akuten Sporttodes in Deutschland, Österreich und der deutschsprachigen Schweiz. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (5), 157-160.
- Rauramaa, R. & Salonen, J.T. (1994). Physical activity, fibrinolysis, and platelet aggregability. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 471-479). Champaign: Human Kinetics.
- Rice, T. et al. (2002). Familial aggregation of blood lipid response to exercise training in the health, risk factors, exercise training, and genetics (heritage) family study. *Circulation*, 105, 1904-1908.
- Richter, E.A. & Sutton, J.R. (1994). Hormonal adaptation to physical activity. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 331-342). Champaign: Human Kinetics.
- Ries, A.L. et al. (1997). Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American College of Physicians*, 122, 823-832.

- Ring, S., Stadlmann, M., Paulweber, B. & Müller, E. (2004). Wirkung eines einjährigen Ausdauertrainings auf die aerobe Fitness und die Konzentration der Blutfette bei Erwachsenen. Dosis-Wirkungs-Betrachtung. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 16 (2), 27-46.
- Robertson, M.C. et al. (2002). Preventing injuries in older people by preventing falls: a meta-analysis of individual-level data. *Journal of American Geriatrics Society*, 50, 905-911.
- Rose, G. & Marmot, M.G. (1981). Social class and coronary heart disease. *British Heart Journal*, 45, 13-19.
- Rost, R. (1991). *Sport- und Bewegungstherapie bei inneren Krankheiten*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Rost, R. (1995). Die Bedeutung körperlicher Aktivität in der Prävention arteriosklerotischer Erkrankungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 [Sonderheft], 58-72.
- Ruffin, M.T. et al. (1990). Exercise and secondary amenorrhoea linked through endogenous opioids. *Sports Medicine*, 10 (2), 65-71.
- Sallis, J.F. et al. (1986). Moderate-intensity physical activity and cardiovascular risk factors: The Stanford Five-City Project. *Preventive Medicine*, 15, 561-568.
- Saltin, B. (1990). Cardiovascular and pulmonary adaptation to physical activity. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 187-203). Champaign: Human Kinetics.
- Samitz, G. (1995). Körperliches Training bei chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen - Eine Bestandsaufnahme. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 46 (5), 252-260.
- Sanders, J., Montgomery, H. & Woods, D. (2001). Kardiale Anpassung an körperliches Training. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (3), 86-92.
- Schmidt, W. (1999). Die Bedeutung des Blutvolumens für den Ausdauersportler. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (11/12), 341-349.
- Schuchert, A., Heinemann, A., Braumann, K.M., Kandolf, R., Klingel, K., Meinertz, T. & Püschel, K. (2004). Plötzlicher Herztod eines Marathonläufers mit minimal ausgeprägter hypertropher Kardiomyopathie und Parvovirus B 19 Infektion. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (3), 75-78.
- Schwarzer, R. (1992). *Psychologie des Gesundheitsverhaltens*. Göttingen: Hogrefe.
- Schwenzer, N. (2000). Sporttraumatologie des Kiefer- und Gesichtsbereiches. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (11), 369-372.
- Seccareccia, F. & Menotti, A. (1992). Physical activity, physical fitness and mortality in a sample of middle aged men followed-up 25 years. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 32, 206-213.
- Seil, R., Kusma, M. & Rupp, S. (2005). Die Sportlerschulter. Teil 1: Definition – Pathomechanismus – Schadensmuster. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (1), 26-27.
- Shang, E. & Neumann, K. (1996). Mountainbike Verletzungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47 (4), 283-288.
- Shephard, R.J. & Shek, P.N. (1995). Exercise, aging and immune function. *International Journal of Sports Medicine*, 16, 1-72.
- Shephard, R.J. & Balady, G.J. (1999). Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation*, 99, 963-972.
- Sinzinger, H. & Virgolini, I. (1988). Effects of exercise on parameters of blood coagulation, platelet function and prostaglandin system. *Sports Medicine*, 7 (6), 238-245.

- Slattery, M.L. & Jacobs, D.R. (1988). Physical fitness and cardiovascular disease mortality: The U.S. Railroad Study. *American Journal of Epidemiology*, 127, 571-580.
- Slattery, M.L. et al. (1989). Leisure time physical activity and coronary heart disease: The U.S. Railroad Study. *Circulation*, 79, 304-311.
- Smith, S.C. et al. (2001). AHA/ACC guidelines for preventing heart attack and death in patients with atherosclerotic cardiovascular disease : 2001 update. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *Circulation*, 104, 1577-1579
(siehe auch: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 54 (2003) 2, 64-65)
- Smith, E.L., Smith, K.A. & Gilligan, C. (1990). Exercise, fitness, osteoarthritis, and osteoporosis. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 517-528). Champaign: Human Kinetics.
- Stamford, B.A. & Shimer, P. (1991). Fitness und Gesundheit: Wieviel Schweiß muß sein? (Sehr, sehr wenig!). *Psychologie heute*, 18 (10), 22-26.
- Stefanick, M.L. & Wood, P.D. (1994). Physical activity, fitness, and lipid transport. In C. Bouchard, R.J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement* (pp. 417-431). Champaign: Human Kinetics.
- Steinacker, J.M., Liu, Y., Stilgenbauer, F. & Nething K. (2004). Körperliches Training bei Patienten mit Herzinsuffizienz. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (5), 124-130.
- Steinbrück, K. (1999). Epidemiologie von Sportverletzungen - 25-Jahres-Analyse einer sportorthopädisch-traumatologischen Ambulanz. *Sportverletzung - Sport-schaden*, 13 (2), 38-52.
- Steinbrück, K. (2000). Achillessehnenruptur im Sport - Epidemiologie, aktuelle Diagnostik, Therapie und Rehabilitation. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (5), 154-160.
- Steinbrück, K. (2004). Orthopädisch-traumatologische Impulse für die Sportmedizin. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (12), 330-338.
- Steinbrück, K. & Krzycki, J. (2005). Epicondylopathia humeri ulnaris - der Werfer- oder Golferellenbogen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (4), 90-91.
- Stephens, T. et al. (1985). A descriptive epidemiology of leisure-time physical activity. *Public Health Reports*, 100, 147-158.
- Sternfeld, B. (1992). Cancer and the protective effect of physical activity: The epidemiological evidence. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24 (11), 1195-1209.
- Strich, R. & Vollmert, O. (1998). Typische Verletzungen im Eishockey. Ein mann-schaftsärztlicher Erfahrungsbericht aus der Deutschen Eishockey Liga (DEL). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 49 (11/12), 352-355.
- Strobel, G. (2001). *Stoffwechsel und körperliche Belastung. Die Rolle der Katecholaminsulfate*. Schorndorf: Hofmann.
- Strobel, G. (2002a). Sympathoadrenerges System und Katecholamine im Sport. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (3), 84-85.
- Strobel, G. (2002b). Wechselwirkung zwischen Katecholaminen, β -Adrenozeptoren, akuter körperlicher Belastung und Training. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (4), 102-106.
- Suominen, H. (1991). Osteoporosis. In P. Oja & R. Telama (Eds.), *Sport for all* (pp. 325-331). Amsterdam: Elsevier.

- Sutton, J.R., Farrell, P.A. & Harber, V.J. (1990). Hormonal adaptation to physical activity. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 217-257). Champaign: Human Kinetics.
- Tittel, K., Arndt, K.-H. & Hollmann, W. (Hrsg.) (1993). *Sportmedizin gestern - heute - morgen*. Leipzig: Johann Ambrosius Barth.
- Tran, Z.V. et al. (1983). The effects of exercise on blood lipids and lipoproteins: A meta-analysis of studies. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 15, 392-402.
- Uhlenbruck, G. (1993). Wie Sporttreiben psychische Funktionen beeinflusst. *Sport und Medizin*, (5/6), 395-398.
- Uhlenbruck, G. (1996). Sport und das Immunsystem. In The Club of Cologne (Hrsg.), *Gesundheitsförderung und körperliche Aktivität* (S.189-207). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Uusitupa, M. (1991). Exercise in the treatment of obesity. In P. Oja & R. Telama (Eds.), *Sport for all* (pp. 265-269). Amsterdam: Elsevier.
- Van Dijk, C.N. & Schröder, J. (1996). Verletzungen beim Squash. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 47 (11/12), 556-561.
- Vranic, M. & Wasserman, D. (1990). Exercise, fitness and diabetes. In C. Bouchard et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 467-490). Champaign: Human Kinetics.
- Vuori, I. (1991). Sport for all in health and disease. In P. Oja & R. Telama (Eds.), *Sport for all* (pp. 33-44). Amsterdam: Elsevier.
- Vuori, I. (2004). Physical inactivity as a disease risk and health benefits of increased physical activity. In P. Oja & J. Borms (Eds.), *Health enhancing physical activity* (pp. 29-95). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Wagner, A. et al. (2002). Physical activity and coronary event incidence in Northern Ireland and France. The prospective epidemiological study of myocardial infarction (PRIME). *Circulation*, 105, 2247-2252.
- Wallace, B.A. & Cumming, R.G. (2000). Systematic review of randomised trials of the effect of exercise on bone mass in pre- and postmenopausal women. *Calcified Tissue International*, 67, 10-18.
- Wannamethee, S.G. et al. (2002). Physical activity and hemostatic and inflammatory variables in elderly men. *Circulation*, 105, 1785-1790.
- Weinhardt, C., Heller, K.D. & Weh, L. (2001). Konservative Therapien des chronischen Rückenschmerzes: Spezifisches Krafttraining der Rückenmuskulatur oder Steigerung der allgemeinen körperlichen Fitness. *Zeitschrift für Orthopädie*, 139, 490-495.
- Weiss, C. & Bärtsch, P. (2003). Aktivierung der Blutgerinnung und Fibrinolyse durch körperliche Belastung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (5), 130-135.
- Wichter, T., Paul, M. & Breithardt, G. (2005). Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie: Sportmedizinische Aspekte. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (5), 118-125.
- Wiemer, P. (2001). Der Skidaumen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52 (11), 327-328.
- Wood, P.D. & Stefanick, M.L. (1990). Exercise, fitness, and atherosclerosis. In C. Bouchard. et al. (Eds.), *Exercise, fitness, and health. A consensus of current knowledge* (pp. 409-423). Champaign: Human Kinetics.
- Young, D.R. & Steinhardt, M.A. (1995). The importance of physical fitness for the reduction of coronary artery disease risk factors. *Sports Medicine*, 19 (5), 300-310.
- Zierhut, M. (2000). Sportverletzungen am Auge. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (11), 373-377.