Bundesinstitut für Sportwissenschaft

dvs

DGSP Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention – seit 1912 (Dt. Sportärztebund) e.V.

GOTS Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin

Gesellschaft für Pädiatrische Sportmedizin

2. ENTWURF zur DISKUSSION

Download der Datei unter www.bisp.de und www.sportwissenschaft.de ab 06.09.2010, Anmerkungen ggf. bitte bis zum 13.09.2010 an andrea.horn@bisp.de

Positionspapier zum Krafttraining im Nachwuchsleistungssport

Gemeinsames Papier

des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (BISp),
der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (dvs),
der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP),
der Gesellschaft für orthopädisch-traumatologische Sportmedizin (GOTS) und
der Gesellschaft für pädiatrische Sportmedizin (GPS)

VORBEMERKUNG

Das Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen war lange Zeit, vor allem im deutschsprachigen Raum, umstritten. Insbesondere dessen Wirksamkeit und mögliche gesundheitliche Risiken gaben und geben noch immer vielfältige Anlässe für Diskussionen. Zudem ist in Deutschland das Thema Krafttraining mit Heranwachsenden und speziell das Krafttraining im Nachwuchsleistungssport auch von wissenschaftlicher Seite bislang nur randständig bearbeitet worden. Fundiertes Wissen aus dem vorzugsweise angloamerikanischen Raum über zahlreiche positive Effekte eines Krafttrainings mit Heranwachsenden ging nicht in nationale Wissensbestände über. Während sich international zahlreiche medizinische und sportwissenschaftlich orientierte Standesorganisationen zu gesundheitsrelevanten und trainingspraktischen Fragen positioniert haben, fehlen vergleichbare Aussagen aus dem deutschsprachigen Raum. Demzufolge konnten sich lange sehr unterschiedliche, teilweise veraltete oder falsch verstandene Vorstellungen über das Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen halten.

Inzwischen jedoch wird auch in Deutschland die Legitimation eines frühzeitig begonnenen Krafttrainings in keiner Weise, weder aus den Reihen der Praxis noch aus denen der Wissenschaft, mehr angezweifelt. Entsprechend groß ist mittlerweile der Wunsch der Sportpraxis nach wissenschaftlicher Unterstützung und Absicherung des eigenen Handelns.

Aufgabe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (BISp) ist es, an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Sportpraxis wissenschaftlichen Unterstützungsbedarf des Spitzensports zu identifizieren sowie darauf aufbauend notwendige Forschungs- und Transfermaßnahmen zu initiieren und zu koordinieren. Aus dieser Legitimation heraus hat das BISp angesichts des gegebenen Handlungs- und Aufklärungsbedarfs in Sport und Wissenschaft im Jahr 2006 beschlossen, einen Schwerpunkt seiner trainingswissenschaftlichen Unterstützungsarbeit im *Krafttraining im Nachwuchsleistungssport* zu legen. Seitdem wird dieses Themenfeld systematisch und mit langfristiger Perspektive begleitet, um für die Sportpraxis verlässliches, fundiertes Wissen und damit Handlungssicherheit bereit zu stellen. Hierzu sind auch die Forschungsdefizite zu konkretisieren, zu verbreiten und deren Bearbeitung zu veranlassen.

In einem ersten Schritt wurden im Auftrag des BISp zwei wissenschaftliche Expertisen[1] erarbeitet, die in umfassender und systematischer Weise erstmalig das national und international fundierte, recherchierbare Wissen

[1] Hartmann, U., Platen, P., Niessen, M., Mank, D., Marzin, T., Bartmus, U. & Hawener, I. (2010). *Krafttraining im Nachwuchsleistungssport - unter besonderer Berücksichtigung von Ontogenese, biologischen Mechanismen und Terminologie.* Wissenschaftliche Expertise des BISp - Band I. Bonn: Sportverlag Strauß.

zum Krafttraining mit Heranwachsenden zusammenfassen und mit Blick auf den Nachwuchsleistungssport analysieren und diskutieren. Als Grundlage für weitere Forschungsarbeiten präzisieren sie ebenfalls die bestehenden Wissenslücken.

Weitere Schritte sind die Entwicklung und Verabschiedung des vorliegenden wissenschaftlichen Positionspapiers sowie zukünftig die Erstellung eines differenzierten Praxisleitfadens unter Berücksichtigung allgemeiner und sportartspezifischer Voraussetzungen des Trainings mit Kindern und Jugendlichen. Schließlich werden weitere Forschungs- und Transfermaßnahmen zu grundlagenorientierten und trainingspraktischen Fragen folgen.

Das BISp hat demnach grundlegende Initiativen einer wissenschaftlichen Annäherung an das Krafttraining im Nachwuchsleistungssport gestartet. Dies geschieht in dem klaren Bewusstsein, dass weitere Partner in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen über eine originäre Zuständigkeit und hohe Fachkompetenz zu diesem Thema verfügen und dieses auch in gemeinsamen Handlungen zum Ausdruck kommen soll.

Umso gewinnbringender ist es zu bewerten, dass die wichtigsten deutschen Standesorganisationen mit Themenbezug zum Krafttraining im Nachwuchsleistungssport geschlossen hinter den Aussagen des vorliegenden wissenschaftlichen Positionspapiers stehen: Initiiert durch das BISp wurde es in Zusammenarbeit mit den Autoren und Autorinnen der wissenschaftlichen Expertisen sowie weiterhin mit der *Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (dvs)*, Sektion Trainingswissenschaft, der *Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP)*, der *Gesellschaft für orthopädisch-traumatologische Sportmedizin (GOTS)* und der *Gesellschaft für pädiatrische Sportmedizin (GPS)* entwickelt.

Die thesenartigen Aussagen spiegeln das derzeit evidenzbasierte Wissen zum Krafttraining mit Heranwachsenden mit Blickrichtung auf gesunde Kinder und Jugendliche und im Speziellen auf den leistungsorientierten Nachwuchssport wider. Zudem werden die Haupterkenntnisdefizite benannt und Empfehlungen zur Standardisierung und Qualitätssicherung von Krafttrainingsstudien gegeben. Darüber hinausgehende Bereiche, wie z. B. die therapeutische oder rehabilitative Anwendung von Krafttraining, werden hier nicht berücksichtigt. Weiterhin unberücksichtigt bleiben nicht wissenschaftlich belegte Aussagen, insbesondere auch zu Fragen der konkreten Trainingsgestaltung, z. B. aus internationalen Positionspapieren oder aus dem umfangreich bestehenden Erfahrungswissen der Sportpraxis.

Insofern soll das Positionspapier Diskussionsgrundlage, Ausgangspunkt und Wegweiser für zukünftige Forschungsarbeiten in der Sportwissenschaft sowie in der Sportmedizin und in der Kinder- und Jugendmedizin sein. Weiterhin werden die Aussagen zum Teil auch als Argumentationsbasis für die Sportpraxis gegen noch bestehende veraltete Meinungen zum Krafttraining mit Heranwachsenden zu verwenden sein.

Um die aktuelle Situation zusammenzufassen, können die Wirksamkeit von Krafttraining bei Kindern und Jugendlichen ebenso wie das geringe Gesundheitsrisiko eines dem Entwicklungsstand angepassten Krafttrainings mittlerweile als gegeben angesehen werden. Die Zahl der noch unbeantworteten Fragen ist jedoch ungleich größer. Dies gilt für die grundlagenorientierte Forschung ebenso wie für trainingspraktische Studien. Denn aktuell können Hilfestellungen für die Praxis - wesentlich aufgrund des umfassenden Forschungsbedarfes - nur auf allgemeiner Ebene und nur in Einzelfällen in spezifischer Form formuliert werden.

Es mangelt demnach weiterhin an

- fundierten Erkenntnissen im biologisch-medizinischen Grundlagen- und im trainingswissenschaftlichen Anwendungsbereich
- trainingsmethodischen Handlungsempfehlungen, die möglichst zeitnah verfügbar sein sollten
- gezielten und wirkungsvollen Transfer- und Evaluationsmaßnahmen in der Trainingspraxis der verschiedenen Sportarten.

Behringer, M., Heede, A. v. & Mester, J. (2010). *Krafttraining im Nachwuchsleistungssport - unter besonderer Berücksichtigung von Diagnostik, Trainierbarkeit und Trainingsmethodik.* Wissenschaftliche Expertise des BISp - Band II. Bonn: Sportverlag Strauß.

Vor dem aktuellen Kenntnisstand kann jedoch bereits jetzt vertreten werden, dass die gezielte Ausbildung oder Aufrechterhaltung von Kraftfähigkeiten im Kontext jeglichen sportlichen Trainings - sinnvolle Dosierung und fachkundige Anleitung vorausgesetzt - grundsätzlich einen zentralen Stellenwert einnehmen sollte. Dies scheint unabhängig von Geschlecht und Alter der Aktiven sowie unabhängig von der eigentlichen Zielsetzung des Trainings im oder außerhalb des Leistungssports förderlich zu sein.

Insbesondere trifft dies auch für die sportliche Ausbildung von Heranwachsenden zu zukünftigen Spitzensportlern und -sportlerinnen zu. Denn unter der Prämisse des Humanen Spitzensports – der Leitidee des Wissenschaftlichen Verbundsystems im Leistungssport (WVL) – muss hier eine besondere Verantwortung gesehen werden. Ziel muss sein, zum Schutz der Gesundheit der Kinder und Jugendlichen frühzeitig die Ausbildung des Maßes an Kraftressourcen zu fördern, das notwendig ist, um die Nachwuchssportler körperlich und sporttechnisch auf die zukünftigen Trainings- und Wettkampfanforderungen innerhalb des langjährigen Leistungsaufbauprozesses vorzubereiten.

Die Umsetzung von Forschung und Transfer setzt das enge Zusammenwirken der Partner im WVL voraus, da nur hier die "wissenschaftlichen Dienstleister" in Forschung, Ausbildung und Betreuung, ebenso wie die Trainer, Betreuer und Athleten in der Sportpraxis auf der Seite der "Abnehmer“ eingeschlossen sind.

Das Positionspapier wurde auf dem dvs-Symposium der Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft vom 2. bis 4. September 2010 in Hamburg im Plenum vorgestellt.

POSITIONEN ZUM KRAFTTRAINING IM NACHWUCHSLEISTUNGSSPORT

Das Positionspapier behandelt in einem ersten Teil den aktuellen Forschungsstand und offene Forschungsfragen zu theoretischen und anwendungsbezogenen Fragen des Krafttrainings bei Heranwachsenden und dabei besonders bei Nachwuchsleistungssportlern.

Thematisiert werden hierbei, wie in der nachfolgenden Übersicht veranschaulicht,

- die biologisch-medizinischen Grundlagen der Muskelkraft(entwicklung),
- die Zielstellungen und Funktionen des Krafttrainings im Nachwuchsleistungssport sowie
- die Risiken, Einschränkungen und Empfehlungen, die beim Krafttraining mit Heranwachsenden zu beachten sind.

Für die Bearbeitung zukünftiger Schwerpunkte werden hieraus in einem zweiten Teil Empfehlungen und Qualitätsstandards für die Forschung(sförderung) zum Krafttraining im Nachwuchsleistungssport abgeleitet.

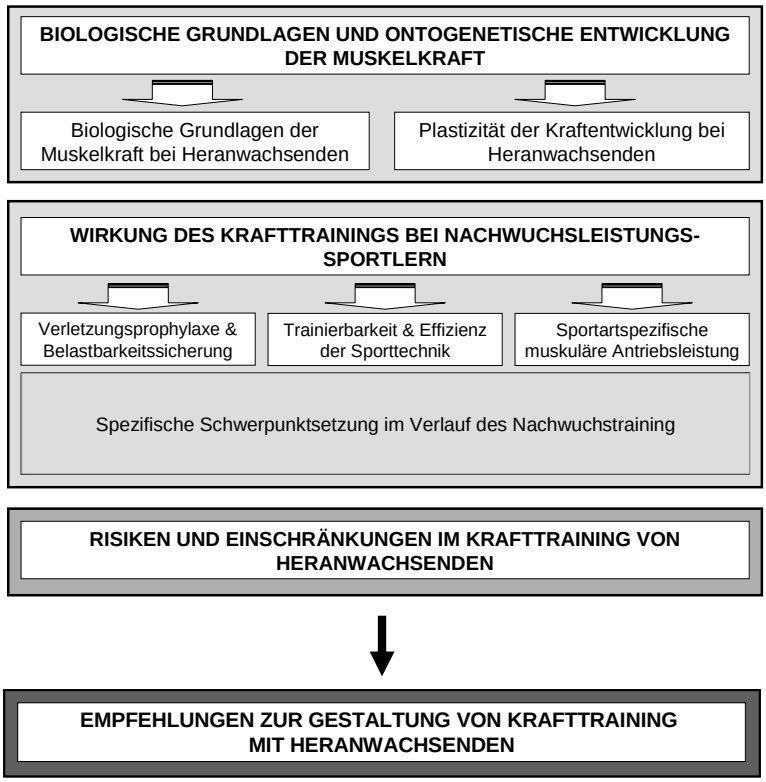

Abbildung: Schematische Übersicht zu Themen auf dem Gebiet des Krafttrainings im Nachwuchsleistungssport

TEIL I FORSCHUNGSSTAND UND FORSCHUNGSFRAGEN ZUR THEORIE DES KRAFTTRAININGS BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN

1 BIOLOGISCHE GRUNDLAGEN DER MUSKELKRAFT UND IHRER ENTWICKLUNG IM KINDES- UND JUGENDALTER

Die Entwicklung der Muskelkraft bei Kindern und Jugendlichen basiert auf körperlichem Wachstum und Reifung an sich sowie der möglicherweise zusätzlichen biologischen Anpassung an Krafttraining. Im Zusammenspiel dieser biologischen Einflüsse mit trainingsbedingten motorisch-koordinativen und biomechanisch-bewegungstechnischen Leistungsfortschritten ergibt sich eine komplex determinierte individuelle Kraftentwicklung, die bei trainierenden Kindern und Jugendlichen eine hohe Plastizität aufweist.

1.1 Entwicklung der Muskelkraft von Heranwachsenden

- Die Beurteilung von Kraftfähigkeiten und deren Trainierbarkeit bei Kindern und Jugendlichen sollte nach Möglichkeit auf dem biologischen Reifestatus und nicht dem chronologischen Alter basieren. Dessen Bestimmung ist möglich anhand von Skelettalter, Alter nach sexuellen Geschlechtsmerkmalen, Wachstumsgeschwindigkeit, biochemischem und hormonellem Alter, Zahnalter und morphologischem Alter.
- Das Wachstum von Kindern ist ein diskontinuierlich fortschreitender Prozess mit höchsten Wachstumsgeschwindigkeiten bei Mädchen im Mittel um das 12. und bei Jungen um das 14. Lebensjahr.
- Entwicklungsbedingte Veränderungen der Muskelmasse bei Mädchen und Jungen sowie funktionell-zelluläre und morphologisch-zelluläre Anpassungen an sportliche Belastungen werden wesentlich über das endokrine System initiiert und gesteuert. Von besonderer Bedeutung sind die Geschlechtshormone, das Wachstumshormon und das IGF-1, die Hormone der Nebennierenrinde und das Insulin, die bereits vor dem Eintritt in die Pubertät in biologisch wirksamen Konzentrationen vorhanden sind.
- Ein Anstieg der Testosteronkonzentration lässt sich bei Mädchen und Jungen beobachten, wobei die Werte beim männlichen Geschlecht etwa um das 15fache gegenüber dem weiblichen Geschlecht erhöht bleiben.
- Die fettfreie Körpermasse ist zwischen dem 5. und dem 10. Lebensjahr bei Jungen gegenüber Mädchen um 1-3 kg erhöht und nimmt wachstumsbedingt beim Übergang in die Pubertät vergleichbar um etwa 10 kg zu. Die relative Muskelmasse steigt dabei ausgehend von etwa 25-29% bei beiden Geschlechtern bei Jungen auf bis zu 35% stärker an als bei Mädchen, die einen Muskelmassenanteil von etwa 32% erreichen. Im jungen Erwachsenenalter bleibt die fettfreie Körpermasse von Männern gegenüber Frauen infolge einer längeren vorpubertären Wachstumsphase und einer stärkeren und deutlich längeren Muskelmassenzunahme während der Pubertät erhöht.
- Zur Entwicklung der Muskelfasertyp-Verteilung im Entwicklungsverlauf in unterschiedlichen Muskelgruppen sowie zu den Muskelfaserdicken von Kindern und jüngeren Jugendlichen besteht eingehender Forschungsbedarf.
- Präpubertäre Kinder verfügen über ein geringeres neuromuskuläres Aktivierungspotenzial und eine verminderte maximale Rekrutierungsfähigkeit für Typ-II-Fasern als Pubertierende und Erwachsene. Zu Details der neuro-motorischen und muskulären Entwicklung besteht erheblicher Forschungsbedarf, auch unter Nutzung bildgebender Verfahren.
- Die Studienlage zur Entwicklung von Kraftfähigkeiten ohne Einwirkung spezifischer Trainingsreize bei Kindern und Jugendlichen ist uneinheitlich. Hier besteht dringender Forschungsbedarf besonders auch an Längsschnittstudien.

1.2 Biologische Adaptationen infolge von Krafttrainingsreizen

- Krafttraining kann bereits bei Kindern vor der Pubertät zu Kraftzuwächsen führen, die über der durch den normalen Reifungsprozess zu erwartenden Kraftzunahme liegen.

- Die Krafttrainierbarkeit, ausgedrückt als relativer Kraftzuwachs bezogen auf die Körpermasse, ist bei Kindern vor der Pubertät ebenso oder eventuell sogar höher als bei Jugendlichen in der Pubertät ausgeprägt.
- Bei bisher untrainierten Kindern und Jugendlichen können durch Krafttraining relative Kraftzuwächse von etwa 30% erreicht werden.
- Muskuläre Hypertrophieeffekte durch Krafttraining sind bei Jugendlichen während und nach der Pubertät gesichert.
- Neueste metaanalytische Auswertungen und Untersuchungen mit modernen bildgebenden Verfahren zeigen auch bei Kindern vor der Pubertät muskuläre Hypertrophieeffekte durch Krafttraining.
- Krafttrainingsbedingt erreichen Jungen mit bis zu ca. 43% eine höhere relative Muskelmasse als Mädchen, bei denen der maximale relative Muskelmassenanteil bei etwa 38% im (hoch)trainierten Zustand liegt.
- Durch Krafttraining kommt es bei Kindern und Jugendlichen in allen Altersstufen zu einer verbesserten Rekrutierung, Frequenzierung und Synchronisation von motorischen Einheiten und somit zu einer verbesserten intramuskulären Koordination.
- Eine Erklärung möglicher Krafttrainingseffekte auf der Ebene von zellulären, histochemischen, enzymatischen und insbesondere molekularbiologischen Adaptationsprozessen ist mangels aussagekräftiger Studien bei Kindern und Jugendlichen nicht möglich.

2 ZIELSTELLUNGEN UND FUNKTIONEN DES KRAFTTRAININGS IM NACHWUCHSLEISTUNGSSPORT

Zielstellungen und Funktionen des Krafttrainings im Nachwuchsleistungssport beinhalten die Belastbarkeitssicherung und Verletzungsprophylaxe, die Trainierbarkeit und Effizienz der Sporttechnik sowie die Sportmotorische Leistung.

2.1 Krafttraining als Primärprävention, Verletzungsprophylaxe und Belastbarkeitssicherung

- Krafttraining kann einen primärpräventiven Charakter bzgl. akuter und chronischer Schädigungen des Bewegungsapparates und typischer bewegungsmangelbedingter systemischer Erkrankungen haben.
- Vereinzelte Untersuchungen weisen darauf hin, dass sich ein Krafttraining positiv auf das kardiovaskuläre System von Kindern und Jugendlichen auswirkt. In diesem Zusammenhang konnte eine Normalisierung früh-arteriosklerotischer Veränderungen und eine blutdrucksenkende Wirkung gefunden werden.
- Sportverletzungen betreffen neben dem Band- und Sehnenapparat auch die Muskulatur und die Knochen, deren Größe, Dichte und mechanische Eigenschaften durch Krafttraining verbessert werden können. Daher liegt es nahe, durch eine Erhöhung der Größe, Dichte oder durch eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften dieser Strukturen Verletzungen vorbeugen zu können.
- Bislang durchgeführte Studien, welche ein prä-saisonales Konditionstraining bzw. ein modifiziertes Aufwärmprogramm mit Krafttrainingsanteilen durchführten, konnten die Verletzungsrate in der jeweiligen Primärsportart deutlich senken. Insbesondere konnten verletzungspräventive Effekte für Ballsportarten nach sensomotorischem Training mit plyometrischen Übungsinhalten in Zusammenhang mit verbesserter statischer und dynamischer Gleichgewichtsfähigkeit sowie posturaler Kontrolle nachgewiesen werden.
- Der Mineralgehalt der Knochen steht in einer antiproportionalen Beziehung zum Frakturrisiko. Ein Krafttraining im Nachwuchssport ist in der Lage, die Knochenmineralisation im Sinne der Verletzungs- und Osteoporoseprophylaxe positiv zu beeinflussen.
- Positive Veränderungen der Körperzusammensetzung wirken den mit Übergewicht assoziierten Folgeerkrankungen im Sinne einer Primärprophylaxe entgegen. In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, dass ein Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen eine Zunahme der fettfreien Körpermasse und eine Abnahme des Körperfettanteils bewirkt.

- Krafttrainingsinterventionen können effektiv zur Ansteuerung präventiver somatischer Zielstellungen, wie z. B. Rumpfstabilisierung und Haltungsschulung sowie zur Gewichtsreduktion eingesetzt werden.

2.2 Krafttraining zur Verbesserung von Kraft und Sportmotorischer Leistung

- Metaanalytische Berechnungen zu möglichen Auswirkungen von Krafttrainingsbelastungen auf verschiedene Kraftparameter haben mit Werten um 1 hohe Effektstärken ergeben. Dies belegt sehr deutlich die Effektivität von Krafttraining bei Kindern und Jugendlichen.
- Eine überdauernde Stabilität gewonnener Kraftzuwächse bei Trainingsunterbrechung ist nicht gegeben. Nach Beendigung des Krafttrainings erfolgt eine Reduktion trainingsbedingter Kraftgewinne auf das Niveau von Kontrollgruppen. Unterschiede zwischen präpubertären und pubertären Heranwachsenden sind nicht ausgeschlossen.
- Befunde hinsichtlich der Verbesserung bestimmter sportmotorischer Leistungen durch Krafttraining sind nicht eindeutig. Steigerungen bestimmter sportmotorischer Leistungen sind möglich und negative Effekte auf die Leistungsfähigkeit durch Krafttraining sind bei Beachtung der individuellen Belastungsgrenzen nicht belegt. Weitere Studien hierzu, insbesondere unter Berücksichtigung der jeweiligen funktionellen Zusammenhänge sowie der allgemeinen und ggf. sportartspezifischen Systematik des langfristigen Leistungsaufbaus im Nachwuchsleistungssport, sind erforderlich.
- Im Rahmen eines funktionell orientierten, sportartspezifischen Trainings konnte die Wirksamkeit von sensomotorischem Training mit plyometrischen Übungsinhalten im Bereich der unteren Extremität zur Verbesserung der Laufökonomie, der Schnellkraftfähigkeit sowie der Muskelaktivität von Hüftadduktoren und -abduktoren mit moderater Evidenz nachgewiesen werden. Für andere sportpraxisrelevante Zielgrößen, wie Sprung-, Wurf- oder Sprintleistung zeigte sich dagegen eine verminderte Wirksamkeit plyometrischen Trainings im Vergleich zu anderen Trainingsmethoden.
- Die Beurteilung von Krafttrainingseffekten muss unter Berücksichtigung von dimensionsanalytischen Betrachtungen und allometrischen Gesetzmäßigkeiten erfolgen.

2.3 Krafttraining zur Verbesserung von Trainierbarkeit und Effizienz der Sporttechnik

- Krafttraining ist aus Sicht der Leistungssportpraxis in verschiedenen Sportarten (z. B. Gewichtheben, Judo/Ringen oder Gerätturnen, aber auch Rudern, Schwimmen oder Eisschnelllauf) als Grundbedingung unverzichtbar, um die muskulären Voraussetzungen für eine altersgerechte und leistungssportlich hochwertige Technikausführung herzustellen und dauerhaft zu sichern ("Eintrittskartenfunktion").
- Krafttraining erhöht in verschiedenen Sportarten (z. B. im leichtathletischen Dauerlauf, Skilanglauf und Radsport, aber auch in den technisch-akrobatischen Sportarten und Sportspielen) nicht nur die Ausführungsqualität, sondern auch die Ökonomie und den Wirkungsgrad der Technik ("Optimierungsfunktion").

3 GESTALTUNG DES KRAFTTRAININGS IM NACHWUCHSLEISTUNGSSPORT

Ein junger Mensch weist einige Besonderheiten im Bereich des aktiven und passiven Bewegungsapparates auf, die ihn für Überlastungen und Verletzungen bei sportlicher Belastung prädisponieren. Daher muss die Trainingsgestaltung auf diese besonderen Merkmale individuell abgestimmt sein. Die vorhandene Literatur gibt hierzu bislang vornehmlich allgemein grundlegende Hinweise. Es fehlen sportartspezifische Studien, um konkrete Praxisempfehlungen ableiten zu können.

3.1 Risiken und Einschränkungen beim Krafttraining mit Heranwachsenden

- Bei adäquater Übungsauswahl und qualifizierter Betreuung ist ein Krafttraining im Kindes- und Jugendalter als sicher in Bezug auf Überlastungsschäden einzustufen.

- Die größte Risikoquelle beim Krafttraining mit Heranwachsenden besteht in Bezug auf Unfälle mit Trainingsgeräten (z. B. Fingerverletzungen durch herabfallende Gewichte).
- Das Risiko einer Epiphysenfugenschädigung durch Krafttraining ist im Vergleich zu anderen Sportarten als niedrig einzustufen.
- Eine negative Beeinflussung des Körperwachstums oder der Skelettreife ist bei Beachtung einer ausgewogenen Energie- und Nährstoffbilanz nicht zu befürchten.
- Eine stetige Überwachung der Körperhöhe in Zeiträumen von 2 bis 3 Monaten kann helfen, Zeiten mit großen Längenzuwächsen zu identifizieren. Liegen große Wachstumssprünge vor, sollten Trainingsintensitäten und Umfänge reduziert werden.
- In Verbindung mit negativen Umfeldeinflüssen, wie beispielsweise falscher Trainingsgestaltung, übertriebenem Konkurrenzdruck oder übersteigerter Erwartungshaltung von Eltern oder Betreuenden, kann sich das Risiko des Missbrauchs von verbotenen Substanzen oder Methoden erhöhen. Das Doping mit Anabolika, Wachstumshormonen und anderen kraftsteigernden Substanzen ist als besonders gesundheitsgefährdend einzustufen, Vorsicht ist aber auch bei Nahrungsergänzungsmitteln geboten (http://www.doping-prevention.de/).
- Zur gezielten Dopingprävention bietet sich eine Zusammenarbeit mit den Anti-Doping-Beauftragten der Verbände und ggf. mit der Nationalen Anti Doping Agentur (http://www.nada-bonn.de) an.

3.2 Vermeidung von Verletzungen und Unfällen beim Krafttraining

- Alle Trainingsgeräte müssen in gutem und sicherem Zustand sowie auf die Größe der Kinder einstellbar sein. Regelmäßige Wartungen und Funktionsüberprüfungen sind obligatorisch.
- Eine medizinische Untersuchung durch einen Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin (mit Zusatz Sportmedizin) / Sportmediziner sollte - wie grundsätzlich bei Aufnahme eines sportlichen Trainings zu empfehlen - vor der ersten Trainingsaufnahme erfolgen. Zudem sollten jährlich Wiederholungsuntersuchungen durchgeführt werden.
- Der Bewegungsablauf jeder Übung sollte zu Beginn ohne Zusatzlast oder externen Widerstand erlernt werden, bis eine einwandfreie Durchführung gegeben ist.
- Schnelle, explosive und ballistische Bewegungen oberhalb der Wettkampfanforderungen sowie maximale Lasten erhöhen das Verletzungsrisiko und sind möglicherweise bis zur vollständigen körperlichen und skelettären Reifung als ungeeignet einzustufen.
- Zu jedem Training sollte eine Vor- und Nachbereitung stattfinden. Dies beinhaltet ein Aufwärmen vor dem Training sowie eine Cool-Down-Phase nach dem Training.
- Die Belastungsintensität sollte während der Phase des maximalen Wachstumsschubes vermindert werden, da die Epiphysenfugen in dieser Phase ihre geringste mechanische Belastbarkeit aufweisen.
- Die Trainingsperiodisierung sollte angemessene Regenerationszeiten vorsehen.
- Die Übungsleiterinnen und Übungsleiter beziehungsweise Trainerinnen und Trainer sollten im Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen über eine entsprechende Ausbildung verfügen und regelmäßige Weiterbildungen absolvieren.

3.3 Trainingsmittel und Trainingsmethoden

- Aufgrund forschungsmethodischer Unterschiede beziehungsweise Unterschiede in der Dokumentation des methodischen Vorgehens und aufgrund einer Heterogenität von verwendeten Begrifflichkeiten zu Sichtweisen der motorischen Eigenschaft Kraft und der Krafttrainingsmethodik ist eine Vergleichbarkeit von Studienergebnissen nur bedingt gegeben.
- In Bezug auf die behandelten Zielstellungen des Krafttrainings bei Nachwuchsleistungssportlern ist weithin unklar, welche Formen des Krafttrainings (ausgewählte Ergänzungssportarten, allgemeine Körperübungen, allgemeines Hantel-/ Geräte- und Maschinentraining, sportartspezifisches apparatives Training) auf welchen Trainingsstufen des Langfristigen Leistungsaufbaus am sinnvollsten und wirkungsvollsten oder zumindest ökonomisch vertretbar und hinreichend wirksam sind.

- Aus Gründen unterschiedlicher sportartspezifischer Wettkampfanforderungen und der davon beeinflussten Übungskataloge und eingesetzten Trainingsmittel (Körperübungen, Partnerübungen, Hantelübungen, Apparative Übungen usw.), aber auch aufgrund der notwendigen Individualität bei der Gestaltung der konkreten Übungsausführung und Belastungsnormative (z. B. erleichterte vs. erschwerte Ausführungsbedingungen bzw. Serien- und Wiederholungszahlen, Pausendauer, Zusatzgewichte und Ausführungsgeschwindigkeit), erscheint die Angabe konkreter Wirksamkeitsbedingungen nicht vertretbar.
  Generell erscheint beim Krafttraining mit Heranwachsenden eine Vorgehensweise, die bei den niedrig- bis mittelintensiven Methoden zur Verbesserung der Kraftausdauer (4-6 Sätze mit wenigstens 15, eher 20-25 Wiederholungen) ihren Ausgangspunkt nimmt, zunächst hinreichend wirksam. Erst bei nachlassender Übungseffektivität sollte eine zunehmende Intensivierung der Belastungsanforderungen vorgenommen werden.
- Die ausreichende Wirksamkeit schulsportlichen Trainings - eine zielgerichtete Ausrichtung vorausgesetzt - ist sowohl für die Maximalkraft, als auch für die Schnellkraft und die Kraftausdauer mittlerweile gut belegt
- Für ein Erhaltungstraining liegt die notwendige Trainingsfrequenz bei 1-2 Trainingseinheiten pro Woche. Über die hierfür erforderliche Trainingsintensität liegen keine einheitlichen Befunde vor.

TEIL II QUALITÄTSSTANDARDS ZUR KRAFTTRAININGSFORSCHUNG BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN

Zukünftige Studien zum Thema Krafttraining im Nachwuchsleistungssport sollten - zumindest im Bereich der Grundlagenforschung - die allgemeinen Richtlinien für die Durchführung klinischer Studien (GCP) und die Erstellung von Forschungsberichten (CONSORT) berücksichtigen. Die im Folgenden genannten Kriterien geben einen Überblick über krafttrainingsspezifische Besonderheiten und Kriterien die in themenrelevanten Studien bisher häufig unberücksichtigt blieben. Diese sollen als allgemeine Orientierungshilfe bei der Studienplanung dienen und werden daher an dieser Stelle nicht differenzierter benannt.

EMPFEHLUNGEN ZUR QUALITÄTSSICHERUNG VON KRAFTTRAININGSSTUDIEN

In zukünftigen Studien zum Thema Krafttraining im Nachwuchsleistungssport sollten die im Folgenden genannten weiterführenden Empfehlungen berücksichtigt werden:

1. konsequente Beachtung von Kriterien zur Stichprobengewinnung (Randomisierung, Parallelisierung),
2. genaue Beschreibung des Trainingsreizes (Input-Definition, mod. n. Toigo & Boutellier, 2006):
   Belastungsintensität,
   Wiederholungszahl,
   Anzahl der Sätze,
   Pause zwischen den Sätzen,
   Anzahl der Trainingseinheiten pro Zeiteinheit (Tag/ Woche),
   Interventionsdauer (Wochen),
   Zeitliche und inhaltliche (Kontraktionsform) Gliederung einer Wiederholung,
   Pause zwischen den Wiederholungen,
   Spannungsdauer (Sekunden/ Minuten),
   Muskelerschöpfung,
   Bewegungsumfang,
   Erholungszeit zwischen den Trainingseinheiten (Stunden/ Tage),
   Anatomische Definition der Übungen (Übungsform).
   Weitere Parameter
   Organisationsform (Stationsbetrieb/ Circuittraining),
   Gesamtdauer einer Trainingseinheit,
   Anzahl der durchgeführten Übungen,
3. genaue Beschreibung der zu erhebenden Parameter (Output-Definition) unter besonderer Berücksichtigung der Präzision und Validität der verwendeten Messverfahren,
4. genaue Beschreibung des Probandenkollektivs (u. a. Alter, Geschlecht, Reifestatus, Trainingserfahrung, mögliche Vorerkrankungen),
5. körpermassennormierte Beschreibung der relevanten Kenngrößen auf der Grundlage allometrischer Verfahren,
6. Verteilung der Geschlechter in den Stichproben,
7. präzise Erfassung des Reifestatus,
8. Berücksichtigung des Fehlers 1. und 2. Art mit Justierung der Stichprobengröße,
9. Verringerung des Einflusses von Lerneffekten bezüglich der Bewegungskoordination durch ein vorgeschaltetes Techniktraining,
10. Justierung der Studiendauer an die Anpassungskinetik der zu untersuchenden Zielparameter,
11. Erfassung der Nahrungsaufnahme,
12. Erfassung weiterer sportlicher Aktivitäten,
13. Berücksichtigung motivationaler Aspekte der Kraftentwicklung,
14. Regelmäßige Evaluationen, um langfristige Trainingserfolge zu dokumentieren.