

Dirk Büsch/Franz Marschall/Adamantios Arampatzis/Urs Granacher

REAKTIVKRAFTTRAINING IM NACHWUCHSLEISTUNGSSPORT

Trainingspraktische Empfehlungen für den langfristigen Leistungsaufbau im Handball

Reaktivkrafttraining stellt eine besonders effektive Trainingsform dar, um Wurf-, Sprung- sowie weitere sportart-spezifische Leistungen wie z. B. Gewandtheit, Handlungsschnelligkeit im Handball zu verbessern. Darüber hinaus kann Reaktivkrafttraining dazu beitragen, Sportverletzungen zu vermeiden oder nach einer solchen möglichst schnell wieder einsatzfähig zu sein. Ein Reaktivkrafttraining im Hochleistungsalter muss im langfristigen Leis-

tungsaufbau über zwei bis vier Jahre vorbereitet und abwechslungsreich durchgeführt werden. Für eine langfristige Kraftentwicklung ist es daher angezeigt, bereits im Nachwuchsleistungssport, beginnend mit der Etappe des Grundlagen- oder Aufbautrainings, ein Reaktivkrafttraining systematisch ein- und durchzuführen, um die technischen und physiologischen Leistungsvoraussetzungen für sportartspezifische Leistungen im Hochleistungstraining vorzu-

bereiten. Ein Reaktivkrafttraining sollte durch ein Gleichgewichtstraining vorbereitet und durch ein parallel durchgeführtes Sehnenadaptationstraining unterstützt werden. Die Belastungsgrößen und ergänzenden Trainingsmaßnahmen für ein effektives und verletzungs- vorbeugendes Reaktivkrafttraining werden in diesem Beitrag beschrieben und kurz-sorisch begründet.

Eingegangen: 26.8.2016

1. Einleitung

Bei der Europameisterschaft der Herren 2016 in Polen sowie bei den Olympischen Spielen 2016 in Rio de Janeiro haben die Handballexperten und Zuschauer das Springen von Tobias Reichmann bewundert, der so lange in der Luft „stand“, dass er regelgerecht gleich mehrere Wurf-täuschungen vor seinem Torwurf ausführen konnte. Für den Nachwuchsleistungssport bzw. im langfristigen Leistungsaufbau besteht daher ein großes Interesse an der Beantwortung der Fragen, wie man so hoch und so weit springen kann und ob man das trainieren kann oder ob es angeboren ist? Natürlich verfügt nicht jeder Handballer über die gleichen Leistungsvoraussetzungen, aber ohne ein entsprechendes Training könnte auch Tobias Reichmann nicht so herausragend springen. Reaktivkrafttraining stellt in diesem Zusammenhang eine besonders effektive Trainingsform dar, um insbesondere Wurf-, Sprung- sowie weitere sportart-spezifische Leistungen wie z. B. Gewandtheit, Handlungsschnelligkeit etc. im Handball zu verbessern (Asadi, Arazi, Young & Sáez de Villarreal, 2016; Chelly, Hermassi, Aouadi & Shephard, 2014; Sheppard & Young, 2006). Bei korrekter Ausführung der einzelnen Übungen und zielgruppenspezifischen Belastungsgrößen, z. B. der Wiederholungszahl in einer Trainingseinheit, der Pausendauer zwischen den einzelnen

Serien sowie altersspezifischen Empfehlungen, handelt es sich beim Reaktivkrafttraining nicht nur um eine sehr effektive Trainingsform zur Verbesserung der Schnellkraft, z. B. der Wurfkraft, der Sprungkraft usw. (Booth & Orr, 2016; Kyröläinen et al., 2004, 2005; Malisoux, Francaux, Nielens & Theisen, 2006), sondern darüber hinaus kann Reaktivkrafttraining dazu beitragen, Sportverletzungen, z. B. Knie- und Sprunggelenksverletzungen, zu vermeiden oder nach einer Sportverletzung möglichst schnell wieder einsatzfähig zu sein („return to play“ oder „return to competition“; American College of Sports Medicine, 2016; Chmielewski, Myer, Kauffman & Tillman, 2006; Fort-Vanmeerhaeghe, Romero-Rodriguez, Lloyd, Kushner & Myer, 2016; Freiwald et al., 2013; Hübscher et al., 2010; Ismail, Ibrahim, Youssef & El Shorbagy, 2010; Markovic & Mikulic, 2010; Pezzullo, Karas & Irrgang, 1995; Van Lieshout, Anderson, Shelburne & Davidson, 2014). Hierbei hat es sich gezeigt, dass insbesondere Athletinnen von einem systematischen Reaktivkrafttraining zur Verletzungsprophylaxe profitieren können (Markovic & Mikulic, 2010), da sie im Vergleich zu Athleten im Handball ein deutlich höheres Verletzungsrisiko beim vorderen Kreuzband aufweisen (Seil et al., 2016). Ebenso hat sich für den Nachwuchsleistungssport gezeigt, dass eine Kombination aus altersgerechtem Kraft-

training mit unterschiedlichen Widerständen und einem Reaktivkrafttraining bereits im Alter von 10 bis 12 Jahren die sportartspezifische Leistungsentwicklung im Springen und Werfen, aber auch bei Schnellkeitsleistungen positiv beeinflussen kann (American College of Sports Medicine, 2016; Chaouachi, Hammami et al., 2014; Granacher et al., 2016; Ignjatovic, Markovic & Radovanovic, 2012; Markovic & Mikulic, 2010; Park, Lee & Lee, 2014; Sáez de Villarreal, Requena & Newton, 2010).

2. Was verstehen wir unter Reaktivkraft(training)?

Bei einem Reaktivkrafttraining wird die zu trainierende Muskulatur zuerst gedehnt (pliometrische Muskelaktion) und anschließend verkürzt (miometrische Muskelaktion). Entgegen dem allgemeinen Sprachgebrauch sind Reaktivkrafttraining und plyometrisches Training keine Synonyme. Die Bezeichnung „plyometrisches Training“ wäre demnach nur dann korrekt, wenn ausschließlich pliometrische Muskelaktionen durchgeführt werden, die jedoch in der Trainings- und Bewegungswissenschaft aufgrund der relativ kurzen Dehnungszeiten kontrovers diskutiert werden. Wenn jedoch ein Athlet aus dem Stand maximal hoch oder weit springen möchte, dann ist die „natürliche“ Bewegung dadurch charakterisiert, dass der Sportler mit einer unmittelbar vorher

ausgeführten Abwärtsbewegung (allgemein als entgegengesetzte Ausholbewegung oder Gegenbewegung bezeichnet) beginnt, um anschließend maximal nach oben oder nach vorn zu springen. Bei der Abwärtsbewegung wird u. a. die vordere Oberschenkelmuskulatur zuerst gedehnt und bei der Aufwärtsbewegung verkürzt. Beim Werfen wird zuerst in Gegenrichtung ausgeholt (Dehnung des Brustmuskels und Ellenbogenstreckers) und dann in Zielrichtung geworfen (Verkürzung des Brustmuskels und Ellenbogenstreckers). In der Trainingswissenschaft, Biomechanik, Leistungsphysiologie, Sportmotorik und weiteren sportwissenschaftlichen Disziplinen wird dieser „Leistungsvorteil“ mit dem Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ, Komi, 2003) erklärt. Bei einer schnellen Dehnung des Muskel-Sehnen-Komplexes wird Energie im Bindegewebe, insbesondere in den Sehnen, gespeichert, die bei der anschließenden Verkürzung der Muskulatur zu einer größeren sportart-spezifischen Leistung, z. B. beim Springen oder Werfen, führt (Behrens et al., 2016; Booth & Orr, 2016; Carter, Kaminski, Douex Jr., Knight & Richards, 2007; Ignjatovic et al., 2012; Markovic, 2007; Markovic & Mikušić, 2010; Matalulj, Kukulj, Ugarkovic, Tihanyi & Jaric, 2001; Park et al., 2014; Sáez de Villarreal, Kellis, Kraemer & Izquierdo, 2009; Schulte-Edelmann, Davies, Kernozek & Gerberding, 2005; Sperlich, Behringer & Mester, 2015; van den Tillaar, Waade & Roaas, 2015; Vossen, Kramer, Burke & Vossen, 2000). Allerdings muss bei einem

DVZ sichergestellt werden, dass sich die Verkürzung direkt an die Dehnung anschließt, da sonst die gespeicherte Energie nicht zu einer Leistungssteigerung führt, sondern absorbiert wird bzw. „verloren geht“ (Roberts, 2016; Schmidtbleicher, 1992). Der DVZ findet bei den meisten Körperbewegungen Anwendung, bei denen eine hohe Endgeschwindigkeit erreicht werden soll. Schätzungen gehen davon aus, dass ca. 95 Prozent aller sportlichen Bewegungen durch einen DVZ charakterisiert sind (Güllich & Schmidtbleicher, 1999). Intuitiv wissen alle Sportler und Trainer, dass man auf diese Art und Weise höher oder weiter springt bzw. weiter oder „härter“ wirft als ohne Gegenbewegung. Als „Nebeneffekt“ verbessert ein Reaktivkrafttraining auch die intermuskuläre Koordination, d. h. das Zusammenwirken der beteiligten Muskelgruppen, sodass ein DVZ-Training, insbesondere im Nachwuchsleistungssport, zuvorderst als Techniktraining zu verstehen ist und in das Gesamttraining, spätestens in das Aufbau- und Integrierttraining, integriert werden sollte (Behm, Faigenbaum, Falk & Klenrou, 2008).

3. Was ist im Allgemeinen bei der Durchführung eines Reaktivkrafttrainings im Nachwuchsbereich zu beachten?

Ein Reaktivkrafttraining ist ein sehr anspruchsvolles Training, bei dem aufgrund der technisch komplexen Anforderungen

Fehler unterlaufen können. Daher gilt für ein effektiv und verletzungsfrei durchzuführendes Reaktivkrafttraining: erstens, Qualität vor Quantität, zweitens, Gesundheit vor Leistung!

Dafür ist es wiederum notwendig, dass grundsätzlich nach einem funktionalen Aufwärmen mit hoher Konzentration und unter Anleitung sowie ständiger Beobachtung durch den Trainer geübt werden sollte (American College of Sports Medicine, 2016; Bompá & Carrera, 2015; Chaouachi, Hammami et al., 2014; Horn et al., 2012). Nachlassende Konzentration, die sich beispielsweise in einer unzureichenden Bewegungsqualität, in einer Leistungsreduktion oder im „Herumalbern“ der Trainierenden äußert, sollte zum direkten Abbruch des Trainings führen. Von einer unzureichenden Bewegungsqualität bzw. -kontrolle ist dann auszugehen, wenn es „laut“ und/oder „langsam“ wird, obwohl die „Standardinstruktion“ im Reaktivkrafttraining lautet: „Springe/Werfe so hoch/weit und so schnell wie möglich!“ (Lloyd, Oliver & Meyers, 2011). Beispielsweise soll bei einem vertikalen Nieder-Hoch-Sprung (Drop Jump) mit der Zielstellung, unmittelbar nach der Landung maximal hoch zu springen, die Bodenkontaktzeit so kurz wie möglich sein und die Ferse darf den Boden nicht berühren. Wenn die Ferse „durchschlägt“, ist das zu hören, und wenn die Landung zu „weich“ ist, ist das zu sehen. In beiden Fällen sollte der Trainer das Training abbrechen oder die Belastung, d. h. die Absprung-/Fall-

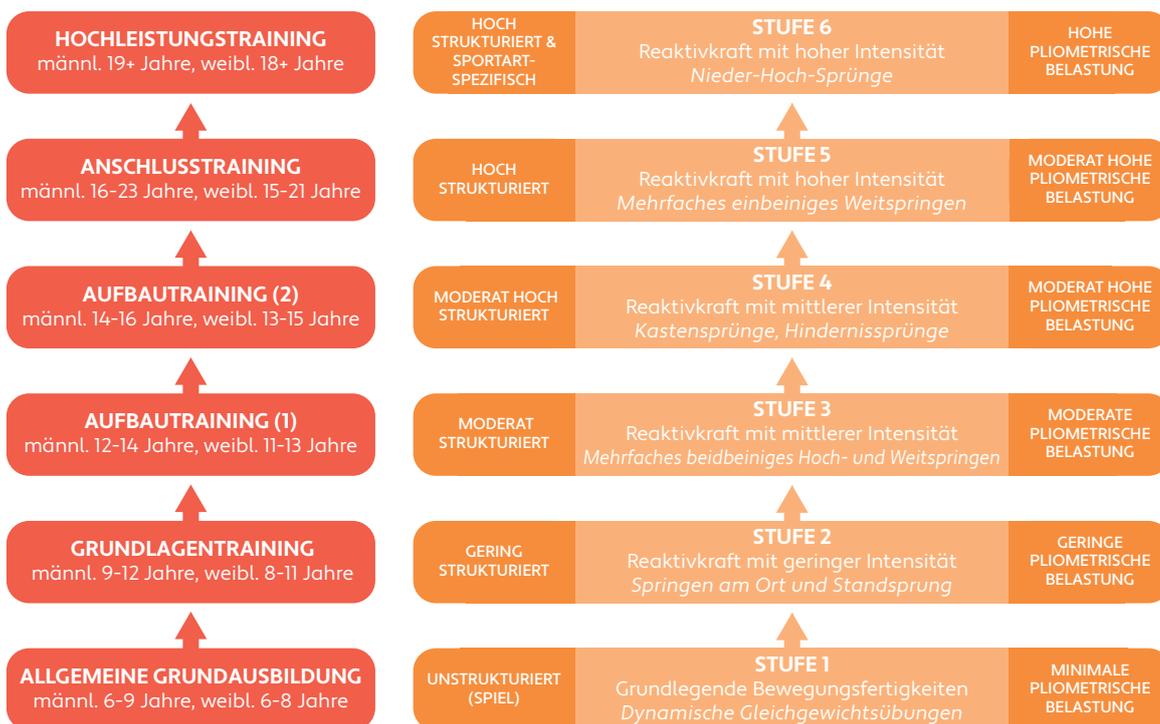


Abbildung 1: Langfristige Entwicklung der Reaktivkraft (in Anlehnung an Bompá & Buzzichelli, 2015; Granacher et al., 2016; Lloyd et al., 2011)

höhe oder die Last bzw. das Gewicht des Medizinballs, reduzieren. Natürlich kann man beides auch messen. Im ersten Fall erkennt man im Kraft-Zeit-Verlauf bedingt durch das „Durchschlagen der Ferse“ auf der Kraftmessplatte eine zweite Kraftspitze, im zweiten Fall sind die Bodenkontaktzeiten länger als ca. 250 ms (Lloyd et al., 2011). Allerdings ist eine Kraftmessplatte sehr teuer und in die wenigsten Sporthallen bzw. -böden integriert. Auch wenn in einzelnen Studien Zusatzlasten bei DVZ-Sprüngen und einbeinige DVZ-Sprünge in kürzerer Zeit leistungssteigernd wirken können (Khlifa et al., 2010; Makaruk, Winchester, Sadowski, Czaplicki & Sacewicz, 2011), ist bei Kindern und Jugendlichen, insbesondere bei Anfängern, in beiden Fällen davon abzuraten, da sich z. B. kraftübertragende Sehnen deutlich langsamer als Muskeln an ein Reaktivkrafttraining anpassen und damit das Verletzungsrisiko steigt (Granacher et al., 2016; Sáez de Villarreal et al., 2009; siehe auch den Beitrag von Mersmann u. a. auf den Seiten 11-14 in diesem Heft).

Für ein effektives Reaktivkrafttraining beim Werfen und Springen ist das Erreichen einer maximalen Bewegungsgeschwindigkeit von einer explosiv-dynamischen Gesamtbewegung abhängig (Bompa & Carrera, 2015), wobei die Intensität und damit auch die Differenzierung unterschiedlicher Intensitätsstufen maßgeblich vom Ausmaß der pliometrischen Muskelaktion, d. h. vom Umfang der Vordehnung, abhängt (siehe Abbildung 1). Des Weiteren ist zu beachten, dass ein Reaktivkrafttraining im Hochleistungsalter über zwei bis vier Jahre sukzessiv vorbereitet und abwechslungsreich, d. h. durch Kombination unterschiedlicher DVZ-Trainingsübungen, durchgeführt werden sollte (Sáez de Villarreal et al., 2009). Für eine langfristige Kraftentwicklung empfehlen Bompa und Buzzichelli (2015), Lloyd und Meyers (2011) sowie Granacher et al. (2016), dass im Alter von ca. 12 bis 15 Jahren ein Reaktivkrafttraining noch mit geringen Lasten beim Werfen, z. B. maximal mit 1-kg-Medizinbällen, und geringen Höhen beim beidbeinigen Springen, z. B. Seilspringen, Skippings, Kastenaufsprünge, niedrige Hürdensprünge usw., durchgeführt werden sollte (vgl. Tabelle 1). Bis zum Hochleistungsalter können dann die Lasten und Höhen, z. B. durch Nieder-Hoch-Sprünge, hohe Hürdensprünge, wiederholte Einbein- und Wechselsprünge, Kettlebell-Schwünge und dynamische Kniebeugen mit Zusatzlasten, gesteigert und maximal ausgeführt werden, solange eine korrekte Bewegungstechnik sichergestellt werden kann (Granacher et

al., 2016). Kurzfristig ist zu beachten, dass z. B. bei Nieder-Hoch-Sprung-Trainingsübungen von einem „natürlichen Schutzmechanismus“ durch eine „weiche Landung“ bei Trainingsanfängern zu einer „Energie nutzenden“ effektiven Sprungausführung umgelernt werden muss (Gollhofer & Bruhn, 2003; Schmidtbleicher, 1992). Hierfür sind mindestens vier bis acht Wochen als Gewöhnungs- bzw. Umlernphase einzuplanen. Vorher sollte jedoch, um ausreichende Leistungsvoraussetzungen zu schaffen, ein Gleichgewichtstraining über mindestens 8 bis 12 Wochen auf instabilen Untergründen für Ober- und Unterkörper durchgeführt werden (Behm & Anderson, 2006; Behm & Colado Sanchez, 2013; Bruhn, Kullmann & Gollhofer, 2006; Granacher, 2015; Granacher et al., 2016). Ein vorbereitendes Gleichgewichtstraining auf instabilen Untergründen dient ebenso wie ein Reaktivkrafttraining auch der Verletzungsprophylaxe (Behrens et al., 2016; Bruhn, Kullmann & Gollhofer, 2004; Bruhn et al., 2006) und erfüllt für den langfristigen Leistungsaufbau das Kriterium eines multidimensionalen, abwechslungsreichen Trainings mit neuromuskulärem Schwerpunkt (Granacher et al., 2016;

Lloyd, Cronin et al., 2016), wobei ein Gleichgewichtstraining vor dem Reaktivkrafttraining zu besseren Leistungen führt als umgekehrt (Sequenzierungseffekt; Bruhn et al., 2006; Hammami, Granacher, Makhlouf, Behm & Chaouachi, 2016). Ein kombiniertes sechswöchiges Reaktivkraft- und Gleichgewichtstraining ist einem reinen Reaktivkrafttraining bei älteren Nachwuchssportlern, d. h. nach dem maximalen Wachstumsschub bzw. der ersten puberalen Phase, überlegen (Lloyd, Radnor, De Ste Croix, Cronin & Oliver, 2016) und kann einer Überbeanspruchung besonders belasteter Gelenke vorbeugen (Chaouachi, Othman, Hammami, Drinkwater & Behm, 2014). Demgegenüber ist ein Reaktivkrafttraining bei jüngeren Nachwuchssportlern, d. h. in der präpuberalen Phase, effektiver als ein kombiniertes Training (Behm, Drinkwater, Willardson & Cowley, 2010). Allerdings ist ein Reaktivkrafttraining auf instabilen Untergründen, z. B. um Trainingszeit einzusparen (Büsch, Pabst, Muehlbauer, Ehrhardt & Granacher, 2015; Granacher, Prieske, Majewski, Büsch & Muehlbauer, 2015), sowie ein Training ohne unterstützende Sportschuhe, also barfuß (American College of Sports Medicine, 2016), für eine zu-

Intensität	Klassifizierung	Übung	Wiederholungen x Sätze	Pause (min)
#		Nieder-Hoch-Sprünge (> 70 cm, Bodenkontaktzeit > 250 ms)	1-10 x 2-6	4-8
		Einbein- oder Wechselsprünge	40-100 m x 2-4	3-5
6	Hohe Intensität	Nieder-Hoch-Sprünge (40-60 cm, Bodenkontaktzeit < 250 ms)	3-10 x 2-6	3-6
5		Einbein- oder Wechselsprünge	5-30 m x 2-6	3-5
4	Mittlere Intensität	Hürdensprünge (60 cm)	3-12 x 2-6	3-5
		Kniebeugen mit maximaler Bewegungsgeschwindigkeit (evtl. mit Sprung), Amerikanischer oder Power Kettlebell-Swing	3-6 x 2-6	3-4
3		Hürdensprünge (30-60 cm)	6-20 x 2-6	3-5
		Aufspringen (60-110 cm)	3-15 x 2-6	3-5
		Kettlebell-Swing	10-30 x 2-6	2-5
2	Geringe Intensität	Hürdensprünge (< 30 cm)	6-20 x 3-6	2-3
		Prellsprünge, Skippings	10-30 m x 7-15	1-2
		Seilspringen	15-50 x 2-6	1-3

Tabelle 1: Exemplarische Trainingsübungen für das Reaktivkrafttraining der unteren Extremitäten (in Anlehnung an Bompa & Buzzichelli, 2015; Granacher et al., 2016; Lloyd et al., 2011)

Die Übungsvorschläge für diese „höchste Intensitätsstufe“ beruhen auf vereinzelt Expertenmeinungen, akzentuieren die pliometrische Arbeitsweise der Muskulatur und sind für den Nachwuchsleistungssport nicht angezeigt.

sätzliche Leistungssteigerung weder effektiv noch zu empfehlen. Demgegenüber ist ein ergänzend durchzuführendes Sehnenadaptationstraining zu empfehlen, um neben einer Leistungsverbesserung insbesondere das Verletzungsrisiko durch die zeitlich verzögerte Anpassung der Sehnen zu reduzieren (siehe den Beitrag von Mersmann u. a. auf den Seiten 11-14 in diesem Heft).

4. Was ist im Speziellen bei der Durchführung eines Reaktivkrafttrainings im Nachwuchsbereich zu beachten?

Neben den eher allgemeinen und ergänzenden Durchführungshinweisen sind die spezifischen Belastungsgrößen, d. h. Belastungshöhe, -dauer, -dichte, -häufigkeit usw., beim Reaktivkrafttraining unbedingt zu beachten (siehe zusammenfassend Tabelle 1).

„Reaktivkrafttrainingsanfänger“ sollten mit 1 bis 3 Serien und 6 bis 10 Wiederholungen (Dauer einer Serie ca. 10 s) für die oberen Extremitäten, z. B. beidarmig mit einem 1-kg-Medizinball, und beidbeinigen Sprüngen für die unteren Extremitäten zweimal in der Woche an nicht aufeinander folgenden Tagen trainieren (American College of Sports Medicine, 2016; Behm et al., 2008; Granacher et al., 2016; Johnson, Salzberg & Stevenson, 2011; Lephart et al., 2005; Lesinski, Prieske & Granacher, 2016; Lloyd et al., 2011; Sáez de Villarreal et al., 2010). Daraus ergibt sich ein Belastungsumfang von maximal ca. 50 bis 60 Sprüngen in einer Trainingseinheit, der im Rahmen eines zu empfehlenden 8- bis 12-wöchigen Trainingsabschnitts wöchentlich bis auf ca. 80 bis 150 Sprünge in Abhängigkeit vom Trainingsalter gesteigert werden kann (Bedoya, Miltenberger & Lopez, 2015; Johnson et al., 2011; Lloyd et al., 2011; Sáez de Villarreal et al., 2010). Vereinzelt werden auch mehr als 24 Wochen und teilweise bis zu 12 Monate durchgehendes Reaktivkrafttraining empfohlen (Lesinski et al., 2016; Markovic & Mikulic, 2010; Sáez de Villarreal et al., 2009). Für Wurfbewegungen wird ein geringerer Belastungsumfang von 30 bis 60 Würfungen in einer Trainingseinheit als ausreichend angesehen (Booth & Orr, 2016). In einer Trainingseinheit mit einer empfohlenen Gesamtzeit von 10 bis 25 Minuten können entsprechend 3 bis 4 Trainingsübungen mit 2 bis 4 Serien und 6 bis 15 Wiederholungen pro Serie realisiert werden (Bedoya et al., 2015).

Wenn nur eine Trainingseinheit pro Woche möglich ist, dann ist als Alternative zu einer 8- bis 12-wöchigen Intervention der Trainingsabschnitt auf ca. 14 Wochen zu verlängern, bei dem zu Beginn 16 Sprünge und zum Ende 60 Sprünge auszuführen

sind. Jedoch ist in diesem Fall von geringeren Trainingseffekten auszugehen (Johnson et al., 2011).

Für die Belastungsdichte bei einer Trainingsübung, d. h. für das Verhältnis von Belastungs- und Pausenzeit, gilt, dass zwischen den Serien eine fast vollständige Erholung sichergestellt werden muss. Das kann dazu führen, dass die empfohlene Pausenlänge von 2 bis 4 Minuten bei Bedarf auch auf 5 Minuten oder mehr verlängert werden muss (Olivier, Marschall & Büsch, 2008), in denen z. B. ein Technik-Taktik-Training oder ein Körperstabilisationstraining mit geringer körperlicher Anstrengung, insbesondere für die im Reaktivkrafttraining beanspruchte Muskulatur, durchgeführt werden kann. Da erfahrungsbasiert ein Verhältnis von einem Trainer zu 4 bis 5 Athleten empfohlen wird, bietet sich ein Training mit mehreren Gruppen an, die nacheinander verschiedene Reaktivkraftübungen im Stationsbetrieb ausführen.

Mit zunehmendem Trainingsalter und kalendarischem Alter sollte die Belastungshöhe über die Intensitätsstufen für DVZ-Trainingsübungen, z. B. Springen und Werfen, angepasst werden (siehe Tabelle 1), wobei insbesondere beim Springen die Fallhöhe stetig zu kontrollieren ist, da zu lange Kontaktzeiten und damit fehlende „Reaktivität“ oder das Durchschlagen der Ferse auf jeden Fall – gemäß dem Motto „less is more“ – zu vermeiden sind (Gollhofer & Bruhn, 2003; Lesinski, Prieske, Beurskens, Behm & Granacher, 2016).

5. Schlussfolgerungen für das Reaktivkrafttraining im Nachwuchssport

Für erfahrene Trainer stellt ein Reaktivkrafttraining einen bewährten und effektiven Bestandteil des Handballtrainings respektive des Sportspieltrainings dar. Ein Mehrwert ergibt sich aus der systematischen Einordnung nach Intensitätsstufen (Bompa & Buzzichelli, 2015; Lloyd et al., 2011; Van Lieshout et al., 2014), um eine altersgerechte (Trainingsalter und kalendarisches Alter, siehe Abbildung 1 und Tabelle 1) und eine technisch korrekte Hinführung zum Leistungsbereich zu erreichen. Ebenso sollte für den langfristigen Leistungsaufbau ein Gleichgewichtstraining vorangestellt und ein ergänzendes Sehnenadaptationstraining parallel durchgeführt werden, um ein Reaktivkrafttraining sowohl effektiv als auch prophylaktisch wirksam durchführen zu können.

Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse zum DVZ maßgeblich auf Sprungbewegungen beziehen (siehe Tabelle 1), je-

doch der DVZ auch bei Wurfbewegungen leistungssteigernd wirkt und im Training, z. B. mit einem Medizinball, zu berücksichtigen ist. Die Übungsauswahl sowie die Einordnung der Intensitätsstufen für die oberen Extremitäten können daher oftmals nur in Analogie zu den unteren Extremitäten erfolgen (Büsch, Marschall & Granacher, 2016).

Eine Differenzierung zwischen Jungen und Mädchen ist nicht angezeigt, da DVZ-Trainingsübungen für beide Geschlechter gleichermaßen effektiv sind und sich die Belastungsanpassung maßgeblich am Trainingsalter und nachgeordnet am Leistungsniveau (Sáez de Villarreal et al., 2010) orientiert.

Die Literatur steht unter www.leistungssport.net zum Download bereit.

Ein Beitrag mit exemplarischen Trainingsübungen für die unterschiedlichen Intensitätsstufen sowie die oberen und unteren Extremitäten erscheint in der Zeitschrift *handballtraining* (siehe www.handballtraining.com).

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. Dirk Büsch, Institut für Angewandte Trainingswissenschaft, Marschnerstr. 29, 04109 Leipzig
E-Mail: dbuesch@iat.uni-leipzig.de

Summary

Reactive strength training in the competitive sport of young athletes: training-practical recommendations for the long-term performance build-up in team handball

Reactive strength training is a particularly effective form of training to enhance sport-specific performance, to avoid sports injuries and to be fit again as soon as possible after having incurred a sports injury. The load variables and additional training measures for effective and injury-preventive reactive strength training are described and cursorily justified.