Issue No. 02 | 2021

sems-journal

The journal of Sport & Exercise Medicine Switzerland

Special issue Sports psychology

Sportpsychologie und Qualität

Monitoring strain and recovery in athletes

Promoting mental health and prevention

Editorial-Board, Redaktion:
Boris Gojanovic, Meyrin (GE)
Patrick Vavken, Zürich
Guest Editors 2/2021:
Nina Jokuschies, Neuchâtel
Katharina Albertin, Wädenswil
Viviane Scherler, Basel

www.sems-journal.ch

MAGNESIUM

Diasporal®

Die Leistung, die ankommt.

Hervorragende Bioverfügbarkeit

1 × täglich

Hochdosiertes Magnesiumcitrat (12,4 mmol)

Beide kassenzulässig

Gekürzte Fachinformation
Wirkstoff: Magnesii citras anhydricus. **Magnesium-Diasporal® 300 und 300 zuckerfrei, Granulat:** Liste B, kassenzulässig; 301 mg Mg^{2+} pro Sachet (= 12,4 mmol). **Dosierung/Anwendung:** Erwachsene, Kinder ab 12 J.: 1 Sachet/Tag in Flüssigkeit gelöst trinken. **Packungen:** 20 und 50 Sachets. **Indikation:** Mg-Mangel. Für weitere Indikationen siehe Arzneimittel-Kompendium. **Kontraindikationen:** Niereninsuffizienz, Steindiathese, Exsikkose, Überempfindlichkeit gegenüber Wirkstoff oder Hilfsstoffen. **Vorsichtsmassnahmen:** eingeschränkte Nierenfunktion, bradykarde Störungen der Erregungsleitungen im Herzen. **Unerwünschte Wirkungen:** gelegentlich weicher Stuhl. **Interaktionen:** Tetracycline, Cholecalciferol. Ausführliche Informationen auf www.swissmedicinfo.ch. Doetsch Grether AG, Sternengasse 17, CH-4051 Basel.
www.doetschgrether.ch

DG
DOETSCH GRETHER
PHARMA · OTC · CONSUMER CARE

25-OH-VitaminD3 level in elite sports: Impact on muscle damage and infections

Erpenbach Klaus[1], Mayer Wolfgang[2], Hoffmann Uwe[3], Mücke Stefan[1]
[1] Institut für medizinische Leistungsoptimierung und Trainingssteuerung, Marienstraße 1, 50374 Erftstadt, Germany
[2] Lab4More GmbH Bavariahaus, Augustenstraße 10, 80333 München, Germany
[3] Deutsche Sporthochschule Köln, Am Sportpark Müngersdorf 6, 50933 Köln, Germany

Muscle damage as well as recurrent and serious infections especially to the end of the playing period in team sport or to the end of preparation for competition in endurance or single sport are the most common symptoms in elite sport demolishing optimal training results. Are VitaminD deficiency responsible for these symptoms in elite sport.

Methods: In 111 elite athletes [male: 50 – female: 61 / soccer: 21 – field hockey: 62 – olympics: 19 – tennis: 5 – motorsports (DTM-Formula1): 4] blood vitaminD were determined. In all elite athletes the symptoms muscle damage and infections were correlated. A Spearman-ranking coefficient of correlation, a chi-square-test ($\square^2$-Test) by Pearson and an independent t-test were used. $p<0{,}05$ was supposed to be significant, $p<0{,}01$ highly significant.

Results: In 51,3% of all elite athletes (N=57/111) a vitaminD-deficiency (< 30 ng/ml) was established. In cases of young player (< 18) compared to national A player VitaminD significantly were poorly supplied [vitaminD: 25,71 ± 9,58 ng/ml vs. 35,87 ± 12,35 ng/ml (p=0,007)]. Muscle damages (in 73% of all cases) significantly occurred in vitamin D deficiency [29,13 ± 9,38 ng/dl vs. 36,27 ± 12,09 ng/dl, p=0,005] more frequently. Comparing the settings of vitaminD <40 ng/ml vs. > 40ng/ml [27,50 ± 7,85 ng/ml vs. 46,31 ± 6,71 ng/ml, OR=4,53, p=0,007] muscle damage were observed 4,53 times more frequent in the lower group. No significances were observed in infection.

Conclusion: Independently to the type of sports deficiency of VitaminD in elite sports was observed. VitaminD play an important and significant role developing muscle damages. Further studies to prevent muscle damages and recurrent infections by treating elite athletes with high-dose VitaminD to eradicate those deficiencies are necessary.

Keywords: Vitamin-D-deficiency in elite sports, infections, muscle damage

Muskuläre Verletzungen sowie schwerwiegende und wiederkehrende Infekte, häufig beim Training oder zum Ende einer Saison im Mannschaftssport bzw. zum Ende einer Wettkampfvorbereitung im Ausdauer- und Einzelsport sind ständige Begleitsymptome im Spitzensport, die optimale Ergebnisse schnell verhindern können. Ist ein Vitamin-D-Mangel für diese Probleme bei Leistungssportlern verantwortlich?

Methodik: Bei 111 Leistungssportlern (männlich: 50 – weiblich: 61 / Fußball: 21 – Hockey: 62, davon Olympiateilnehmer: 19 – Tennis: 5 – Motorsport ‹DTM-Formel 1›: 4) wurde 25-OH-VitaminD3 im Serum bestimmt und in Abhängigkeit zu den Symptomen Muskelverletzungen und Infekte berechnet. Dazu wurden der SpearmanRho, der Chi-Quadrat-Test ($\square^2$-Test) nach Pearson und der unabhängige T-Test verwendet. $p\leq0{,}05$ wurde als signifikant, bzw. $p\leq0{,}01$ als hochsignifikant angenommen.

Ergebnisse: Bei 51,3% aller Leistungssportler (N=57/111) konnte ein Vitamin-D-Mangel (< 30ng/ml) nachgewiesen werden. Jugendspieler waren hierbei für Vitamin D signifikant schlechter versorgt als A-Nationalspieler [Vitamin D: 25,71 ± 9,58 ng/ml vs. 35,87 ± 12,35 ng/ml (p=0,007)]. Muskuläre Verletzungen (in 73% aller Fälle) traten bei Vitamin-D-Mangel [29,13 ± 9,38 ng/dl vs. 36,27 ± 12,09 ng/dl, p=0,005] signifikant häufiger auf. Im Vitamin-D-Gruppenvergleich traten in den Gruppen <40 ng/ml vs. > 40ng/ml [27,50 ± 7,85 ng/ml vs. 46,31 ± 6,71 ng/ml, OR=4,53, p=0,007] 4,53-fach und somit signifikant häufiger muskuläre Verletzungen auf. Die Zusammenhänge zwischen Vitamin D und Infekten waren nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Der Mangel an 25-OH-VitaminD3 im Leistungssport – unabhängig von der Sportart – ist gravierend. Vitamin D spielt hierbei eine signifikante Rolle in der Entstehung muskulärer Verletzungen. Therapiestudien müssen zeigen, ob eine individuell definierte Mikronährstoff-Substitution zur Beseitigung dieser Mangelzustände eine Auswirkung auf die Vermeidung muskulärer Verletzungen hat.

Schlüsselwörter: Vitamin-D-Mangel im Spitzensport, Infektionen, Muskelverletzungen

Einleitung

Mikronährstoffe – Vitamine und Spurenelemente – interagieren miteinander, sind essenziell und werden täglich benötigt, um alle physiologischen Körperfunktionen optimal aufrechtzuerhalten [1,2]. Hoher Trainingsaufwand, enger Spielplan, einseitige oder falsche Ernährung, häufige Reisen und hohe psychologische Belastungen führen in der Vorbereitung zu einem hohen Verbrauch dieser Mikronährstoffe, was in 12,9% der Fälle in Verletzungen und in 9,2% der Fälle in akuten Infektionen endet und zu Trainingsausfällen und zu Wettkampfabsagen führt [3–6]. In grossen Veranstaltungen wie Olympia, FIFA-World-Cup oder IAAF fallen 9,6–14% der Teilnehmer durch Verletzungen aus [5–13]. 5,4–8,9% der Teilnehmer erleiden eine akute Infektionserkrankung, im Winter doppelt so häufig wie im Sommer [5–13]. Die häufigsten akuten Infektionen finden im oberen Respirationstrakt (46%) statt, 25% im Urogenitalsystem, gefolgt von 21% mit Magen-Darm-Infektionen und 8% Hautinfektionen [5–13]. Diese Ausfälle liessen sich bisher auch durch die "General guidelines for illness prevention in athletes" des Olympischen Komitees nicht senken [14].

VitaminD ist ein essenzielles, fettlösliches Vitamin und fungiert als Vorstufen-Hormon für viele metabolische und biologische Prozesse und reguliert die Expression über 900 unterschiedlicher Gene [18]. Diese Gene haben eine weitreichende Auswirkung auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit im Sport: wie Trainings-induzierte Entzündungen, Kohlenhydrat-Metabolismus, Herzkreislauf-Gesundheit, Knochen- und Skelettmuskel-Metabolismus [15–17,19–22]. Sportler mit Vitamin-D-Mangel haben ein erhöhtes Risiko für Knochen-/Gelenkverschleiss bzw. Frakturen [23–25] sowie katabolische Effekte am Muskel, die in Muskelermüdung oder -rissen [26,27] enden.

Ziel dieser Studie ist, den 25-OH-Vitamin-D3-Status von Spitzensportlern diverser Sportarten zu evaluieren und eventuelle Wechselbeziehungen mit den Beschwerden Infektanfälligkeit und Muskelverletzungen der Sportler zu evaluieren. Sind eindeutige Unterschiede zwischen Vitamin-D-Mangel und den Beschwerden der Sportler nachweisbar?

Methodik

Teilnehmer

111 Spitzensportler aus verschiedenen Sportarten (Teamsport: Feldhockey und Fussball – Einzelsport: Leichtathletik, Tennis, Motorsport) zur Leistungsoptimierung in die Studie eingeschlossen. Alle Teilnehmer gaben Ihr schriftliches Einverständnis und wurden mittels eines Fragebogens auf ärztlich bestätigte Muskelverletzungen und Infektanfälligkeit evaluiert. Muskelverletzungen beinhalteten alle Muskelfaser- wie Muskelbündelrisse und Sehnen-Muskelrisse. Infektanfälligkeit wurde definiert als mindestens 2 virale und/oder bakterielle Infekte (obere Atemwegsinfekte, Magen-Darm-Infekte, Harnwegsinfekte) oder mehr pro Jahr. Bei allen Sportlern wurde 25-OH-Vitamin-D3 im Blut untersucht und mit den Symptomen korreliert.

Vitamin D 25-OH (Serum)

Die quantitative Bestimmung des totalen 25-OH Vitamin D im Serum erfolgte nach Herstellerangabe mittels eines direkten kompetitiven Chemilumineszenz-Immunoassay (CLIA) am Laborautomaten Liasion-XL der Fa. Diasorin, Dietzenbach, Deutschland (Best.-Nr. 310600).

Statistische Analyse

Die Daten wurden statistisch mit der IBM®SPSS®-Software 25 ausgewertet. Spearman Rho wurde benutzt, um die Korrelation zwischen den verschiedenen Parametern zu berechnen. Ein Chi-Quadrat-(□²-)4-Felder-Test nach Pearson wurde für den Häufigkeitsvergleich zwischen Symptomen und Altersgruppen verwendet und die Odds-Ratio (OR) berechnet. Das 95%-Konfidenzintervall (KI) wurde nach

$$KI95\% = exp\ [ln(OR) \pm 19.96 \sqrt{\sum \frac{1}{f_i}}\ ln(OR)]$$

berechnet.

Für 2-Gruppen-Mittelwertvergleiche wurde ein Levene-Test zur Prüfung der Varianzhomogenität und anschliessend ein unabhängiger T-Test für homogene (P>0,1) oder inhomogene Varianzen mit zweiseitiger Fragestellung durchgeführt. Für k>2 Gruppen bzw. für kombinierte Einflüsse der verschiedenen Patientengruppen und der jeweiligen Symptome wurden eine ein- bzw. zweifaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) angewendet. Post-hoc-Mittelwertgleich wurden mit dem zweiseitigen Sidak-Test durchgeführt.

Für $p \leq 0{,}05$ wurden die Ergebnisse als signifikant, für $p \leq 0{,}01$ als hochsignifikant bezeichnet.

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Charakteristik der Studien-Population. 73% aller Spitzensportler beklagten Muskelverletzungen und 40% Infekte. Jungnationalspieler U16–U18 erlitten deutlich häufiger Muskelverletzungen als die A-Nationalspieler [86% (18/21) vs. 67% (18/27) – OR = 3,00; 95%CI: 1,50–4,50, p=0,022]. Bei Infekten waren keine Unterschiede nachzuweisen. Der Vitamin-D-Wert von 51,3% (57/111) der Athleten lag < 30 ng/ml, wobei 13,5% (15/111) einen Vitamin-D-Mangel (< 20 ng/ml) und 37,8% (42/111) eine inadäquate Vitamin-D-Versorgung (>20–30 ng/ml) aufwiesen.

Tabelle 2 zeigt den Vergleich Jugend vs. Erwachsene. Jugendliche sind gegenüber den Erwachsenen deutlich schlechter mit Vitamin D versorgt. Für Vitamin D (25,71 ± 9,58 ng/ml vs. 35,78 ± 12,35 ng/ml – p=0,007) *(Tab. 2)* sind die Jugendspieler im Vergleich zu den A-Nationalspielern signifikant schlechter versorgt. Der Anteil der Jugendspieler mit Mangel- oder inadäquater Vitamin-D-Versorgung lag bei 64,4% (29/45), wobei 22,2% (10/45) Jugendspieler einen Vitamin-D-Mangel (< 20 ng/ml) und 42,4% (19/45) eine inadäquate Vitamin-D-Versorgung (20–30 ng/ml) nachwiesen. Die Jugendspieler haben gegenüber den Erwachsenen somit ein 2,46-fach höheres Risiko, einen Vitamin-D-Mangel (29/45 vs. 28/66, OR = 2,46, 95%CI: 1,67–3,24, p<0,023) zu entwickeln.

Tab. 1: Vitamine D und die per Fragebogen ermittelten Begleitsymptome Infekt- und muskuläre Verletzungshäufigkeit, unterteilt nach Geschlecht und Sportarten

	Alter (Jahre)	Infekt	Muskelverletzung	VitD 30-80 ng/ml
Gesamt n=111	22,34	44	81	31,1
	± 7,43	40%	73%	± 10,61
Weiblich n=61	20,13	24	44	31,9
	± 6,16	39%	72%	± 9,92
Männlich n=50	25,04	20	37	30,0
	± 8	40%	74%	± 11,42
Unterschiede m/w		n.s.	n.s.	n.s.
Fussball n=21	22,9	5	17	32,2
	± 4,05	24%	81%	± 13,29
Feldhockey n=62	19,37	22	45	31,6
	± 4,62	36%	73%	± 9,99
Olympia-Teilnehmer n=19	29	11	13	29,6
	± 10,86	58%	68%	± 10,58
Tennis n=5	21,6	3	4	27,1
	± 6,5	60%	80%	± 10,84
Motor n=4	34,75	3	2	29,0
	± 6,85	75%	50%	± 6,05
National n=27	23,59	8	18	34,4
	± 5,35	30%	67%	± 12,94
U 16 n=6	13,67	1	5	29,9
	± 0,82	17%	83%	± 8,04
U 18 n=15	16,47	4	13	28,9
	± 0,64	27%	87%	± 8,32
U 21 n=6	18,78	1	3	31,0
	± 0,9	17%	50%	± 7,8

Tab. 2: Vitamin D im Vergleich Erwachsene gegen Jugend. Der Gruppeneinfluss war signifikant (p=0,006) in der ANOVA

Gesamt (N=111) – Erwachsene Nationalspieler (N=24) – U18-U18 (N=24) – andere U18 (N=21) – andere Erwachsene (N=42)

n	111	24	24	21	42
MW	31,06	35,78*	28,53	25,71*	32,47
Std.-Abwehr	± 10,61	± 12,35	± 8,2	± 9,58	± 9,67

** signifikanter Gruppenunterschied zwischen Erwachsenen National- und anderen U 18-Spielern*

Tabelle 3 zeigt die Werte der Sportler im Gruppenvergleich aufgeteilt in Gruppen unterhalb und oberhalb internationaler Empfehlungen [15,28–31] mit Bezug zu den Symptomen. Eine Muskelverletzung erscheint bei einem Mangel an 25-OH-VitaminD3 wahrscheinlicher (p = 0,007). Auf Infekte sind keine Auswirkungen erkennbar.

Diskussion

Die Prävalenzrate inadäquater Vitamin-D-Versorgung in unserer Studie (51,4%) korreliert eng mit der jüngst von Farrokhyar et al [37] publizierten Metaanalyse, in der 56% der weltweit untersuchten Athleten eine inadäquate Versorgung (< 30 ng/ml) zeigten. Die Prävalenz inadäquater Vitamin-D-Versorgung anderer Studien [30,31,32,35] reichen von 51–91,3% der Athleten, wobei der durchschnittliche Vitamin-

D-Wert der Athleten (N=20969) in diesen Studien von 11,62 ± 9,24 ng/ml – 38,45 ± 16,65 ng/ml [28–36] reichte. Der Vitamin-D-Durchschnittswert der Studie mit den meisten Teilnehmern (N=18883) korreliert mit 29 ± 8 ng/ml [36] und der Wert der Schweizer Olympioniken (N=651) mit 30,32 ± 9,24 ng/ml [30] eng mit dem Mittelwert in unserer Studie (N=111): 31,06 ± 10,61 ng/ml. Jugendliche haben mit durchschnittlich 25,71 ± 9,58 ng/ml eine signifikant schlechtere Versorgung mit Vitamin D als A-Nationalspieler (35,78 ± 12,35 ng/ml – p=0,007) *(Abb. 1)*. Der Anteil mit Vitamin D inadäquat (< 30 ng/ml) versorgter jugendlicher Athleten in unserer Studie ist mit 64,4% signifikant schlechter als gegenüber den Erwachsenen (42,4% – OR = 2,46 – p<0,023). Dies bestätigen die Ergebnisse von Quadri et al (30): 65% (234/360) der Schweizer Athleten < 18 Jahren hatten eine Vitamin-D-Versorgung < 30 ng/ml gegenüber 34% (99/192) der Athleten > 18 Jahren (OR = 3,6), wobei das Risiko, einen Vitamin-D-Mangel (< 20 ng/ml) zu erleiden bei Jugendlichen < 18 Jahren gegenüber Erwachsenen in dieser Studie 5,18-fach höher ist (95%CI 3,00 – 8,95, p<0,0001). Der Grund der signifikant schlechteren Vitamin-D-Versorgung bei Jugendlichen kann einerseits der höhere Bedarf im Wachstumsalter sein, andererseits kann die bessere durchschnittliche Versorgung bei A-Nationalspielern durch eine bewusstere Ernäh-

Tab. 3: Vitamin-D-Vergleich Gruppe ≤ 40 ng/ml gegen die Gruppe > 40 ng/ml, bezogen auf die Symptome Infekte und Muskelverletzung

	Vitamin D				
	Gruppe ≤ 40 ng/ml	**n**	**Gruppe > 40 ng/ml**	**n**	**Odds-Ratio**
Gesamt	27,96	95	49,43	16	
± SD	± 7,53		± 7,04		
Infekte (positiv)	27,11	39	46,92	5	1,53 p=0,325
± SD	± 5,91		± 5,19		
Infekte (negativ)	28,56	56	50,57	11	
± SD	± 8,48		± 7,68		
Muskelverletzung (positiv)	27,50	74	46,31	7	4,53 p=0,007
± SD	± 7,85		± 6,71		
Muskelverletzung (negativ)	29,59	21	51,86	9	
± SD	± 6,17		± 6,64		

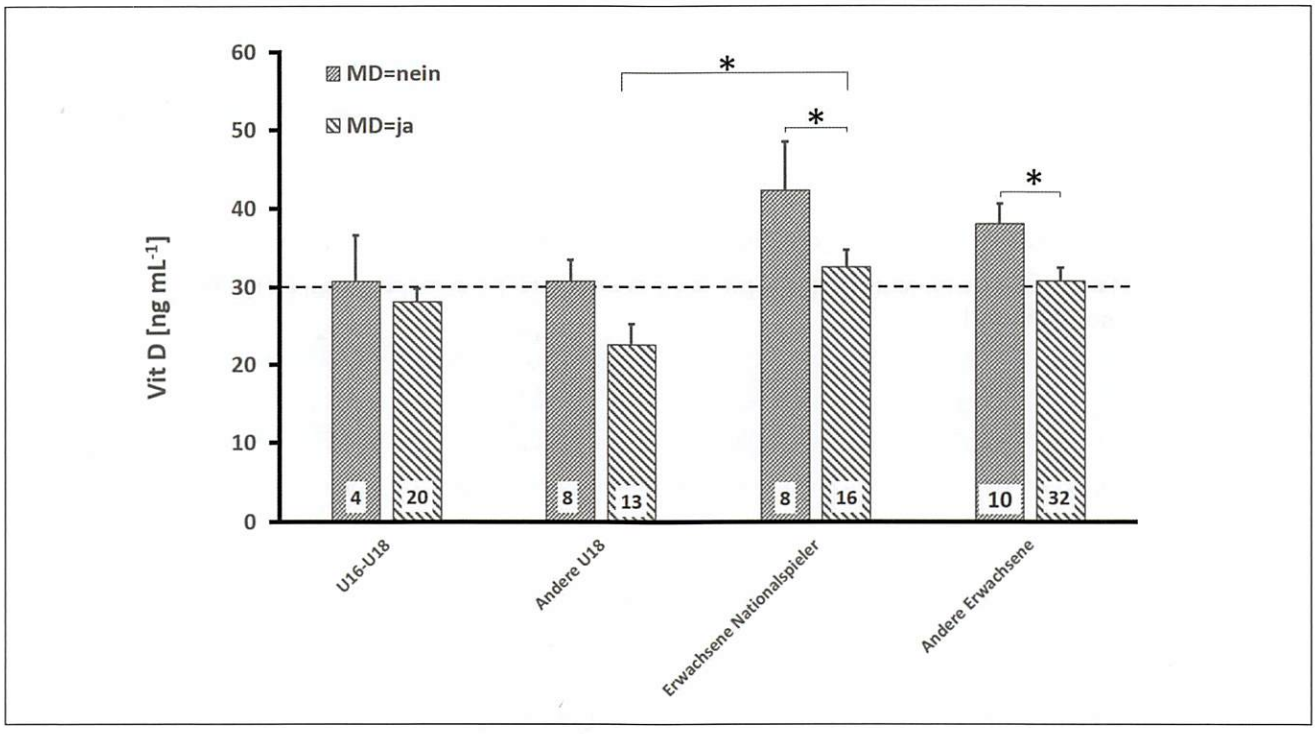


Abb. 1: Mittlere VitaminD-Konzentration (± Standardfehler) in den verschiedenen Gruppen bei Patienten mit (MD=ja) und ohne (MD=nein) Muskelverletzung. Der jeweilige Stichprobenumfang ist am unteren Rand der Säulen angeben. Die ANOVA-Faktoren Gruppe und Verletzung waren generell hoch signifikant (jeweils P<0,01). *: Signifikanter Unterschied (P<0,05) zwischen den Gruppen.

rung (z. B. mehr Fisch) aber auch durch eine gezielte, Verband-gesteuerte Vitamin-D-Substitution verursacht sein.

Auffällig in unserer Studie ist die hohe Anzahl an Muskelverletzungen bei Spitzensportlern (73% aller Athleten), wobei auch hier die U16- bzw. U18-Nationalspieler deutlich häufiger muskuläre Verletzungen erlebten (83% der U16- bzw. 87% der U18-Athleten). Der Vitamin-D-Wert lag bei Athleten mit muskulären Verletzungen mit 29,13 ± 9,38 ng/ml deutlich niedriger (=inadäquate Vitamin-D-Versorgung) als bei Athleten ohne muskuläre Verletzungen (36,27 ± 12,09 ng/ml). Vergleichbare Studien zu Muskelverletzungen und Vitamin-D-Werten liegen aktuell nicht vor. Lediglich Quadri et al (30) berichten in Ihrer Untersuchung, dass 62,2% der Schweizer Olympioniken über muskuläre Schmerzen klagten.

Vergleicht man die Prävalenz muskulärer Verletzungen bei Athleten mit Vitamin-D-Werten > 40 ng/ml gegen Athleten mit Vitamin-D-Werten < 40 ng/ml, dann ist die Wahrscheinlichkeit muskulärer Verletzungen bei Vitamin-D-Werten < 40 ng/ml signifikant höher als bei Athleten mit Vitamin-D-Werten > 40 ng/ml (OR=4,53, $KI_{95\%}$ = [3,43; 5,63], p<0,007). Hierbei scheint der Einfluss adäquater Vitamin-D-Konzentrationen (> 40 ng/ml) auf die TNF-α-Konzentration eine entscheidende Rolle zu spielen. Willis et al [19] konnten bei 19 gesunden Leistungsportlern eine signifikante inverse Korrelation von Vitamin-D- zu TNF-α-Konzentrationen nachweisen, wobei nach ihren Ergebnissen Vitamin-D-Werte > 40 ng/ml anzustreben sind. TNF-α führt hierbei in der Akutphase zu einer erhöhten zellulären Calcium-Freisetzung und damit zu Muskelsteifheit und -einris-

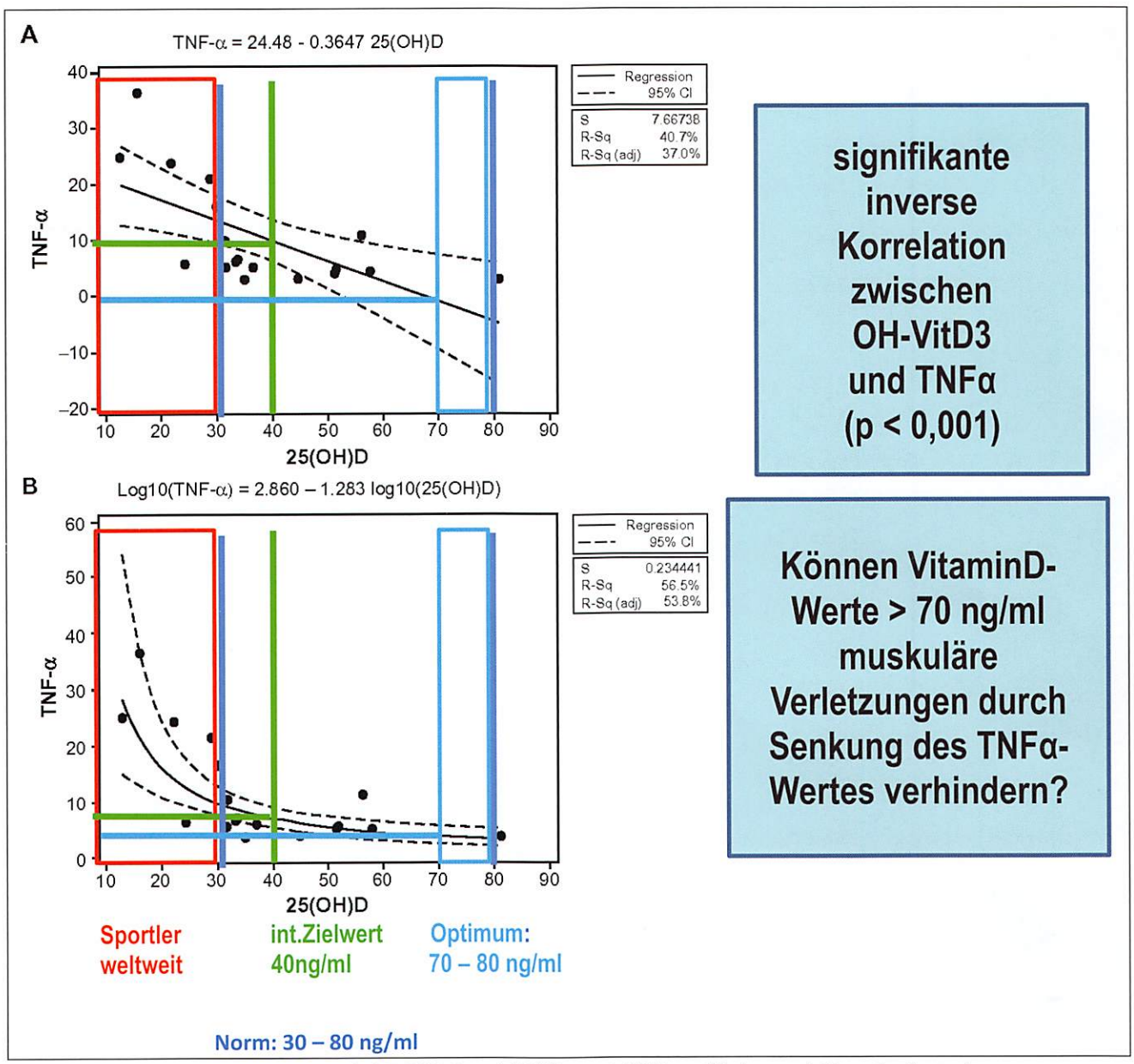


Abb. 2: inverse Korrelation TNFα und OH-VitD3 nach Willis et al. [19] modifiziert nach Erpenbach et. al (unpublished data)

sen und in der intermediären Phase zu einer Steigerung des zellulären Inflammationsparameter NfκB und damit zu einer gesteigerten Makrophagen-Reaktion und somit zur muskulären Entzündung und Verletzung [39]. Können Vitamin-D-Werte > 70 ng/ml muskuläre Verletzungen durch Senkung der TNF-α-Konzentration im Leistungssport verhindern *(Abb. 2)*?

Vitamin D status and biomarkers of inflammation in runners

In einer Placebo-kontrollierten randomisierten Therapie-Studie bei Athleten mit Vitamin-D-Mangel (N=40: 18 ± 10 ng/ml) konnte Owens et al. [29] durch die tägliche Substitution von 4000 IE OH-VitaminD3 über 6 Wochen eine signifikante Steigerung des Vitamin-D-Wertes in der Therapiegruppe (N=20: 46 ± 12,4 ng/ml – p<0,005) erreichen und beobachtete bei diesen Vitamin-D-Werten in der Therapiegruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe eine signifikant

Tab. 4: Vitamin D im Literaturvergleich

	eigene Studie	Literatur	Referenzen	Ergebnis	Studien-Empfehlung (tägliche Einnahme)	Zielbereich
Vitamin D (30–80ng/ml)	31,06 ± 10,61 (N=111)	30,32 ± 9,24 (N=651)	Quadri et al (30)	51% inadäquat versorgt (< 30 ng/ml). Jugend schlechter versorgt als die Erwachsenen (OR 5,18)	5000 – 7000 IE	>40 – 50<
		11,62 ± 10,02 (N=91)	Close et al (28)	Vitamin D > 40 ng/ml verbessert signifikant die Muskelkraft		
		18 ± 10 (N=40)	Owens et al (29)	Vitamin D > 40 ng/ml steigert Muskel-reparative Prozesse		
		17,32 ± 9,87 (N=150)	Sghaier-Ayadi et al (31)	91,3% inadäquat versorgt (< 30 ng/ml)		
		25,6 ± 10,2 (N=279)	Fishman et al (32)	79,3% waren unterversorgt (< 30 ng/ml)		
		26,35 ± 6,6 (N=44)	Varamenti et al (33)	VitaminD > 40ng/ml senkt intaktes PTH signifikant, verbessert die endotheliale Funktion (VEGF) und die enzymatische Zellabwehr (SOD, GPx)		
		28,75 ± 1 (N=684)	Krzywnaski et al (34)	Indoor-Athleten signifikant schlechter versorgt als Outdoor-Athleten		
		25,6 ± 8,4 (N=128)	Backx et al (35)	70% waren unterversorgt (< 30ng/ml)		
		38,45 ± 16,65 (N=19)	Willis et al (19)	Vitamin-D-Konzentration ist mit TNFα invers korreliert (Auslöser für muskuläre Verletzungen?)		
		29 ± 8 (N=18883)	Ginde et al (36)	Vitamin-D-Konzentration ist mit URTI invers korreliert		

schnellere Erholung bei muskulären Verletzungen. Close et al [28] konnten in ihrer Therapiestudie die Verbesserung der Muskelkraft durch Vitamin-D-Substitution bestätigen. In dieser placebokontrollierten Random-Therapiestudie konnte in der Verum-Gruppe durch die tägliche Gabe von 5000 IE OH-Vitamin-D3 über 8 Wochen eine signifikante Steigerung des Vitamin-D-Wertes > 40 ng/ml erreicht werden. Eine signifikante Steigerung bei Vitamin-D-Werten > 40 ng/ml der 10- und 30 m-Sprint-Kraft und der Sprungkraft konnte in der Verum- gegenüber der Placebo-Gruppe nachgewiesen werden [28].

Korrelationen zwischen Vitamin-D-Werten und Schlafstörungen, Müdigkeit bzw. Infekten zeigten keine Signifikanzen, obwohl Athleten mit Vitamin-D-Werten < 40 ng/ml ein 1,53-fach höheres Risiko zeigten, an Infekten zu erkranken, als Athleten mit Vitamin-D-Werten > 40 ng/ml. Der Third National Health and Nutrition Examination Survey [36] scheint diese Beobachtung zu bestätigen, denn in dieser Studie (N=18883) konnte eine signifikant-inverse Korrelation zwischen der VitaminD-Konzentration und Infektionen des oberen Respirationstraktes (URTI) nachgewiesen werden (Teilnehmer mit einem Vitamin-D-Wert < 10 ng/ml erkrankten in bis zu 30% der Fälle an URTI). International wird durch die tägliche Gabe von 4000–5000 IE OH-VitaminD3 ein Zielwert für VitaminD > 40 ng/ml erreicht und wie auch bei unseren Ergebnissen empfohlen *(Tab. 4)*. Weiterführende Therapiestudien mit Dosierung zwischen 10.000–30.000 IE OH-VitaminD3 müssen zeigen, ob Zielwerte für Vitamin D im oberen Normbereich (70–80 ng/ml) zu besseren Resultaten bei der Vermeidung muskulärer Verletzungen oder wiederkehrender Infekte führen können.
Weiterführende Studien mit höheren Vitamin-D-Dosierungen und dem Ziel, den oberen Rand der Normwertskala zu erreichen, müssen zeigen, ob eine signifikante Reduktion von leistungslimitierenden Infektionen oder muskulären Verletzungen zu erreichen ist.

Acknowledgments, conflict od interest and funding

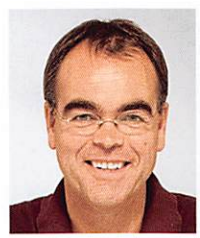
None declared.

Anmerkung

Hiermit erkläre ich, Klaus Erpenbach, Erstautor, dass dieser Originalartikel keiner anderen Zeitschrift oder einem anderen Journal zur Publikation angeboten wurden bzw. publiziert wurde.

Korrespondenzadresse

Dr. Klaus Erpenbach
Marienstrasse 1
D-50374 Erfstadt
info@imlot.org



Referenzen

1. Rodriguez NR; DiMarco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. Med Sci Sports Exerc 2009;41:709-731.
2. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. J Int Soc Sports Nutr 2010;7:1-43.
3. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, et al. Position statement. Part one: immune function and exercise. Exerc Immunol Rev 2011;17:6-63.
4. Gleeson M, Pyne DB. Respiratory inflammation and infections in high-performance athletes. Immunol Cell Biol 2016;94:124-31.
5. Junge A, Engebretsen L, Mountjoy ML, et al. Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. Am J Sports Med 2009;37:2165-72.
6. Engebretsen L, Steffen K, Alonso JM, et al. Sports injuries and illnesses during the Winter Olympic Games 2010. Br J Sports Med 2010;44:772-80.
7. Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, et al. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. Br J Sports Med 2013;47:407-14.
8. Soligard T, Steffen K, Palmer-Green D, et al. Sports injuries and illnesses in the Sochi 2014 Olympic Winter Games. Br J Sports Med 2015;49:441-7.
9. Junge A, Dvorak J, Graf-Baumann T. Football injuries during the World Cup 2002. Am J Sports Med 2004;32:23S-7.
10. Dvorak J, Junge A, Grimm K, et al. Medical report from the 2006 FIFA World Cup Germany. Br J Sports Med 2007;41:578-81.
11. Alonso JM, Tscholl PM, Engebretsen L, et al. Occurrence of injuries and illnesses during the 2009 IAAF World Athletics Championships. Br J Sports Med 2010;44:1100-5.
12. Alonso JM, Edouard P, Fischetto G, et al. Determination of future prevention strategies in elite track and field: analysis of Daegu 2011 IAAF championships injuries and illnesses surveillance. Br J Sports Med 2012;46:505-14.
13. Alonso JM, Jacobsson J, Timpka T, et al. Preparticipation injury complaint is a risk factor for injury: a prospective study of the Moscow 2013 IAAF championships. Br J Sports Med 2015;49:1118-24.
14. Schwellnus M, Soligard T, Alonso JM, Bahr R, ClarsenB , Dijkstra HP, Gabbett TJ, Gleeson M, Hägglund M, Hutchinson MR, Van Rensburg CJ, Meeusen R, Orchard JW, Pluim BM, Raftery M, Budgett R, Engebretsen L. How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. Br J Sports Med 2016;50:1043-1052.
15. Deakin V. Micronutrients. In: Lanham-New SA, Stear SJ, Shirreffs SM, Collins AL, eds: Sport and Exercise Nutrition. 1st ed. Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2011:66-88.
16. Hakkiday TM, Peterson NJ, Thomas JJ, Kleppinger K, Hollis BW, Larson-Meyer DE. Vitamin D status relative to diet, lifestyle, injury and illness in college athletes. Med Sci Sports Exerc 2011;43:335-343.
17. Ruohola JP, Laaksi I, Ylikomi T, Haataja R, Mattila VM, Sahi T et al. Association between serum 25 (OH) D concentrations and bone stress fractures in Finnish young men. J Bone Miner Res 2006;21:1483-88.
18. Wang TT, Tavera-Menodza LE, Laperriere D, Libby E, MacLeod NB, Nagai Y et al. Large-scalein silico and microassay-based identification of direct 1,25-dihydroxyvitaminD3 target genes. Mol Endocrinol 2005;19:2685-2695.
19. Willis KS, Smith DT, Broughton KS, Larson-Meyer DE. Vitamin D status and biomarkers of inflammation in runners. J Sports Med 2012; 3:35-42.
20. Reddy Vanga S, Good M, Howard PA, Vacek JL. Role of vitamin D in cardiovascular health. Am J Cardiol 2010;106:798-805.
21. Sukumar D, Shapes SA, Schneider SH. Vitamin D supplementation during short-term caloric restriction in healthy overweight/obese older women: effect on glycemic indices and serum osteocalcin levels. Mol Cell Endocrinol 2015;410:1-5.
22. Close GL, Leckey J, Patterson M, Bradley W, Owens DJ, Fraser WD et al. The effects of vitamin D(3) supplementation on serum total 25[OH]D concentration and physical performance: a randomized dose-response study. Brit J Sports Med 2013;47:692-696.
23. Guillot X, Prati C, Wendling D. Vitamin D and spondyloarthritis. Expert Rev Clin Immunol 2014;10:1581-1589.
24. Bikle DD. VItaminD metabolism, mechanism of action and clinical applications. Chem Biol 2014; 21: 319-329.
25. Ogan D, Pritchett K. Vitamin D and the athlete risks, recommendations and benefits. Nutrients 2013; 5: 1856-1868.

26. Glerup H, Mikkelsen K, Poulsen L, Hass E, Overbeck S, Andersen H et al. Hypovitaminosis D myopathy without biochemical signs of osteomalcic bone involvement. Calcif Tissue Int 2000;66:419-424.
27. Pfeifer M, Begerow B, Minne H. Vitamin D and muscle function. Osteoporos Int 2002;3:187-194.
28. Close GL, Russell J, Cobley JN, Owens DJ, Wilson G, Gregson W, Fraser WD, Morton JP. Assessment of vitamin D concentration in non-supplemented professional athletes and healty adults during winter months in the UK: implications for skeletal muscle function. J Sports Sciences 2012;31(4):344-353.
29. Owens DJ, Sharples AP, Polydorou I, Alwan N, Donovan T, Tang J, Fraser WD, Cooper RC, Morton JP, Stewart C, Close GL. A systems-based investigation into vitamin D and skeletal muscle repair, regeneration and hypertrophy. Am J Physiol Endocrinol Metab 2015; 309(12):1019-1031.
30. Quadri A, Gojanovic B, Noack P, Fuhrer C, Steuer C, Huber A, Kriemler S. Seasonal variation og vitamin D levels in Swiss athletes. Swiss Sports & Exercise Medicine 2016; 64 (1): 19-25.
31. Sghaier-Ayadi A, Feki M, Bezrati-Ben Ayed I, Abene O, Ben Fredj MK, Kaabachi K, Chaouachi A. Vitamin D status and determinants of deficiency in non-supplemented athletes during the winter months in Tunisia. Biol Sport 2015;32:281-287.
32. Fishman MP, Lombardo SJ, Kharrazi FD. Vitamin D Deficiency Among Professional Basketball Players. Orthopaedic J Sport Med 2016;4(7)1-5.
33. Varamenti E, Cherif A, Nikolovski Z, Tabben M, Jamurtas AZT, Cardinale M. Exploring possible relationships between 25(OH)D deficiency and variables related to inflammation, endothelial function, and enzymatic antioxidants in adolescent athletes: a prospective study. Biol Sport 2019;36(2)113-118.
34. Kryzwanski J, Mikulski T, Krysztofiak H, Mlynczak M, Gaczynska E, Ziemba A. Seasonal Vitamin D Status in Polish Elite Athletes in Relation to Sun Exposure and Oral Supplementation. PLoS ONE 2016; 11(10)1-12.
35. Backx EMP, Tieland M, Maase K, Kies AK, Mensink M, van Loon LJC, de Groot LCPGM. The impact of 1-year vitamin D supplementation on vitamin D status in athletes: a dose–response study. European J Clin Nutr 2016;70:1009-1014.
36. Ginde AA, Mansbach MPH, Camargo CA Jr. Association Between Serum 25-Hydroxyvitamin D Level and Upper Respiratory Tract Infection in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. Arch Intern Med 2009;169(4)384-390.
37. Farrokhyar F, Tabasinejad R, Dao D, Peterson D, Ayeni OR, Hadioonzadeh R, Bhandari M. Prevalence of Vitamin D inadequacy in athletes: a systemic review and meta analysis. Sports Med 2015:45(3) 365-378.
38. Pereira Panza VS, Diefenthaeler F, da Silva EL. Benefits of dietary phytochemical supplementation on eccentric exercise-induced muscle damage: Is including antioxidants enough? Nutrition 2015:31(9)1072-1082.

Bild: Shutterstock