

# Infektionen des oberen Respirationstraktes bei Leistungssportlern: Risikofaktoren, Prävention und Rückkehr zum Sport

*Upper Respiratory Tract Infections in Elite Athletes: Risk Factors, Prevention and Return to Sports*

## Zusammenfassung

- › **Infektionen des oberen Respirationstraktes** sind sportartenübergreifend eine alltagsrelevante Gefährdung für Athleten, die zu einer deutlichen Leistungsminderung und Trainings- bzw. Wettkampfpause führen können. Jeder Sportler erleidet pro Jahr rund 3 dieser Erkrankungen, deren Symptome durchschnittlich jeweils 5 Tage anhalten. Ziel dieser Übersicht ist es daher, die wichtigsten Risikofaktoren mit daraus abgeleiteten Präventionsvorschlägen für Atemwegserkrankungen zusammenzufassen und durch Entscheidungshilfen für die Rückkehr zur Belastung Folgeschäden zu minimieren.
- › **Kontrovers** und bislang ohne eindeutiges Ergebnis wird der Einfluss der aktuellen Trainingsbelastung auf das Infektionsrisiko diskutiert. Demgegenüber scheint die Erkrankungsgefahr im unmittelbaren Anschluss an einen Wettkampf erhöht („open window“-Theorie). Eine signifikante Häufung von Atemwegserkrankungen tritt analog zur Allgemeinbevölkerung in den Wintermonaten auf. Als größter einzelner identifizierbarer Risikofaktor für Infektionen des oberen Respirationstraktes werden internationale Flugreisen beschrieben.
- › **Eine entscheidende Aufgabe der Sportmedizin** liegt in der Aufklärung der Athleten über geeignete Maßnahmen zur Infektionsprävention und in einer Supervision von deren Einhaltung. Eine signifikante Erkrankungsreduktion wird durch die Beachtung allgemeiner Hygieneempfehlungen erreicht sowie durch die Kontaktreduktion zu anderen, potenziell infektionsübertragenden Menschen insbesondere in der Nach-Wettkampf-Phase. Zudem kann Atemwegserkrankungen durch eine Optimierung der Belastungs- und Reiseplanung sowie entsprechende Impfprophylaxe vorgebeugt werden.
- › **Voraussetzung** für eine Rückkehr zur Belastung nach einer Infektion ist eine medizinische Abschlusskonsultation, die oftmals eine Bestimmung von Laborwerten und/oder weiterer Organbefunde (z. B. Ruhe-EKG) einschließt. Erst wenn keine Generalisierungssymptome mehr vorliegen, ist eine dosierte Wiederaufnahme der sportlichen Betätigung als unbedenklich anzusehen.

## SCHLÜSSELWÖRTER:

Akute Atemwegserkrankungen, körperliche Aktivität, Einflussfaktoren, Infektionsvorbeugung, Infektionsmanagement

## Einleitung

Sportartenübergreifend sind 6 bis 17% aller Athleten bei Wettkämpfen/Turnieren (Dauer unter 4 Wochen) von einer akuten Infektion betroffen, die sich zu über 50% in den oberen Atemwegen manifestiert (31). Jeder Sportler erleidet pro Jahr durchschnittlich 3 Erkrankungen des oberen Respirationstrak-

## Summary

- › **Upper respiratory tract infections (URTIs)** represent a hazard with high relevance for elite athletes of all disciplines. They can lead to a reduction in performance and/or the necessity of a training/competition break. On average, each athlete experiences 3 URTIs per year with symptoms lasting for a mean of five days. Therefore, the intention of this review is to summarize the risk factors for URTIs, deduce preventive measures and give recommendations for return to sports to reduce re-infections and to avoid serious complications.
- › **The influence of training** and competitive load on the risk of illness has been discussed controversially. There are indications that the frequency of infections seems to be increased shortly after a competition (“open window“-theory). URTIs occur more frequently in the winter months – like in the general population. International air travelling was identified as the single biggest circumstantial risk factor for infections.
- › **An instrumental task of sports medicine** is education of athletes about measures for infection prophylaxis and supervision of their implementation. A significant infection reduction is reached through compliance to general hygiene recommendations and a minimization of the contact with people outside the team in the hours after competition. Moreover, URTIs are prevented by an optimized planning of exercise load and travel as well as through vaccinations.
- › **Return to sports** should not be allowed before a medical examination indicates the absence of generalized symptoms. This should typically include a determination of laboratory parameters and other organ-specific parameters (e.g. resting ECG).

## KEY WORDS:

URTI, Physical Activity, Influential Factors, Illness Precautions, Infection Management

tes, deren Symptome im Mittel 5 Tage anhalten (35). Diese Häufigkeit ist vergleichbar mit der Inzidenz von Atemwegsinfektionen bei Erwachsenen aus der Allgemeinbevölkerung (19). Insofern kann keinesfalls pauschal von einer „Infektanfälligkeit“ von Leistungssportlern gesprochen werden. Eine >

## ÜBERSICHT

ACCEPTED: August 2017

PUBLISHED ONLINE: September 2017

DOI: 10.5960/dzsm.2017.293

Breitbart P, Gärtner BC, Wolfarth B, Meyer T. Infektionen des oberen Respirationstraktes bei Leistungssportlern: Risikofaktoren, Prävention und Rückkehr zum Sport. Dtsch Z Sportmed. 2017; 68: 189-195.

1. UNIVERSITÄT DES SAARLANDES, *Institut für Sport- und Präventivmedizin, Saarbrücken*
2. UNIVERSITÄTS-HERZZENTRUM FREIBURG-BAD KROZINGEN, *Klinik für Kardiologie und Angiologie II, Freiburg-Bad Krozingen*
3. UNIVERSITÄTSKLINIKUM DES SAARLANDES, *Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Homburg/Saar*
4. CHARITÉ – UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN, *Abteilung Sportmedizin, Berlin*



Article incorporates the Creative Commons Attribution – Non Commercial License.  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

## KORRESPONDENZADRESSE:

Dr. med. Philipp Breitbart  
Klinik für Kardiologie und Angiologie II  
Universitäts-Herzzentrum  
Freiburg-Bad Krozingen  
Südring 15, 79189 Bad Krozingen  
✉: philipp.breitbart@universitaets-herzzentrum.de

Tabelle 1

Übersicht der Präventionsvorschläge zur Reduktion von oberen Atemwegsinfektionen

<b>ALLGEMEINE PRÄVENTIONSMASSNAHMEN</b>
Reduktion von Händeschütteln soweit aus sportlich-sozialem Aspekt möglich
Kontakt mit potenziell infektiionsübertragenden Menschen außerhalb der Mannschaft minimieren (z.B. zu Medienvertretern, Sponsoren, Zuschauer)
<b>Beachtung allgemeiner Hygienemaßnahmen:</b>
Konsequentes Händewaschen
Gezielter Einsatz von Händedesinfektion
Teilen von Trinkflaschen oder Besteck vermeiden
Nur einmal verwendbare Papierhandtücher nutzen
Meiden von "Fingerfood"
<b>Adäquate Kleidung tragen</b>
<b>Sport- bzw. belastungsgerechte Ernährung beachten, vorzugsweise:</b>
Isokalorische vollwertige Kost
Zügiger Ausgleich des Flüssigkeits- und Elektrolythaushaltes nach einer Belastung
Weitgehender Verzicht auf Alkoholkonsum
<b>Ausreichend Erholung und Schlaf einhalten</b>
<b>Rechtzeitige Isolation potenziell erkrankter Sportler</b>
<b>Vermeidung hochintensiver Belastungen im Vorfeld wichtiger Wettkämpfe</b>
<b>REISEPLANUNG</b>
Optimierung der Flugplanung (z.B. Vermeidung überflüssigen Umsteigens)
Reiseplanung außerhalb des "Open window" zur Vermeidung einer Risikokumulation
Diskussion einer Anreise per Bahn oder Auto bei kürzeren Distanzen

solche Infektion kann nicht nur zu einer Leistungsminderung oder Trainingspause führen, sondern auch das Verpassen eines wichtigen Wettkampfes bis hin zu einem olympischen Finale bedingen (31). Zudem können Komplikationen in Form eines Organbefalls auftreten. Insgesamt sind Atemwegserkrankungen neben muskuloskelettalen Verletzungen der häufigste Grund einer Sportpause von Athleten (9). Vor diesem epidemiologischen Hintergrund und seiner möglichen Konsequenzen sind Infektionen des oberen Respirationstraktes eine alltagsprägende und forschungsrelevante Thematik der Sportmedizin.

Diagnostik der Infektionen des oberen Respirationstraktes

Ein Großteil der bisher erhobenen Daten basiert darauf, dass eine Infektionserkrankung durch eine wiederholte spezifische Symptomabfrage der Athleten diagnostiziert wird. Nur in wenigen Studien wird für die Diagnose einer Infektion die Vorstellung und klinische Untersuchung bei einem Arzt vorausgesetzt. Durch diese unterschiedlichen methodischen Ansätze der Infektionsidentifikation kann die Vergleichbarkeit zwischen Studien beeinflusst werden (15). Zudem werden oft die abgefragten Symptome nicht explizit benannt, sodass Raum für Ungenauigkeiten besteht. Konsens herrscht in der sportmedizinischen Literatur, dass die Diagnose einer Infektion unabhängig von einer möglicherweise durch sie bedingten Pause vom Training oder Wettkampf gestellt wird (31).

In der Regel präsentiert sich eine Infektion der oberen Atemwege (URTI = upper respiratory tract infection) klinisch mit Rhinitis, Husten, Otitis, Pharyngitis, Kopfschmerzen und/oder Fieber (36). Bei der Diagnostik stehen dementsprechend die Anamnese dieser Symptome, eine klinische Untersuchung und eine Blutentnahme (insbesondere Differential-Blutbild, CRP-Wert und Leberenzyme) an erster Stelle. Anhand dieser Parameter gelingt es in der Zusammenschau mit dem klinischen Befund in den meisten Fällen, eine virale von einer bakteriellen

Infektion zu differenzieren. Die Notwendigkeit einer solchen Unterscheidung vor Therapiefestlegung wird daran deutlich, dass in einer europaweiten Analyse 71 Prozent aller Patienten mit einer viralen Infektion der – in diesem Fall unteren – Atemwege mit Antibiotika behandelt wurden (16). Zudem können Allergien und eine vasomotorische Rhinitis ähnliche Symptome wie infektiöse Erkrankungen der oberen Atemwege hervorrufen. Weiterführende Labordiagnostik (Blutkultur bis hin zur Polymerase-Kettenreaktion (PCR)) erlauben in Einzelfällen die genaue Erregeridentifikation (12).

Zusammenfassend beeinflussen die zum Teil unterschiedlichen Definitionen bzw. diagnostischen Ansätze in der Literatur die Vergleichbarkeit der einzelnen Studien. Daher wären genaue sportartenübergreifende Definitionen für Studien über Infektionen im Leistungssport, wie sie der Fußball-Weltverband (FIFA) bezüglich Verletzungen im Fußball bereits 2006 veröffentlicht hat (8), insbesondere auf dem Gebiet der Diagnostik wünschenswert.

Risikofaktoren für Infektionskrankheiten der oberen Atemwege

Einfluss der Belastungsintensität auf das Infektionsrisiko

Eine erste Vermutung zum Zusammenhang zwischen der körperlichen Beanspruchung im Training und dem Auftreten von Infektionen haben Nieman et al. mit dem Modell der „J-förmigen Kurve“ (Abb.1) bereits 1997 skizziert (22). Danach geht zunehmende körperliche Aktivität bis hin zu einer moderaten Trainingsbelastung (beispielsweise definiert mit 5 Übungseinheiten á 45 Minuten pro Woche (25)) zunächst mit einer Reduktion des Infektionsrisikos für obere Atemwegserkrankungen einher. Bei einer weiteren Erhöhung der sportlichen Beanspruchung steigere sich das Erkrankungsrisiko wieder, sehr hohe Trainingsbelastungen gingen schließlich mit einer größeren Infektionsgefahr einher als fehlende körperliche Bewegung (22).

Studien untersuchen seit mehreren Jahrzehnten diesen Zusammenhang. In einer kritischen Analyse schränkten Schwellnus et al. kürzlich die Gültigkeit dieser Korrelation auf Freizeit-/Amateursportler ein (31). Bei Profisportlern scheinen dauerhafte sehr hohe Trainingsbelastungen nicht mit einem gesteigerten Infektionsrisiko assoziiert, stattdessen werden dabei eher weniger Erkrankungen beobachtet (Modell der „S-förmigen Kurve“, Abb. 1) (18, 20). Insgesamt scheinen die bisher erhobenen Daten nicht ausreichend, um eine einfache Korrelation zwischen dem Trainingsumfang und dem Infektionsrisiko abzuleiten (31). Zudem wird diese Beziehung potentiell durch einen Selektionsbias beeinflusst, indem ein stärkeres Immunsystem mit der Fähigkeit zur Abwehr bzw. schnelleren Genesung von einer Infektion eine größere Trainings- und Wettkampfintensität erlauben könnte und somit als Prädiktor für Erfolg (Talentfaktor) in einer ansonsten homogenen Gruppe von Elitesportlern anzusehen wäre (18). Im Einklang mit einer solchen Analyse waren die Olympia- oder Weltmeisterschafts-Medaillengewinner im Skilanglauf bei ähnlicher Belastungsintensität von weniger infektionsbedingten Krankheitstagen betroffen als die Athleten ohne Medaillengewinn (35).

Ein signifikanter Anstieg von Atemwegsinfektionen wurde von Svendsen et al. bei größeren Fluktuationen der täglichen Trainingsbelastungen beobachtet (35). Zusätzlich zum Einfluss der Trainingsintensität wird in der Literatur beschrieben, dass Athleten in der Phase nach einem besonders intensiv geführten Wettkampf passager anfälliger für Infektionen sind. Diese als Theorie des „open window“ für Infektionen beschriebene Zeitspanne wird mit einer Dauer zwischen

3 und 72 Stunden angegeben (24). Die Dauer variiert in Abhängigkeit davon, welche messbaren Veränderungen der Immunantwort als Ausdruck eines Anstieges der Erkrankungsgefahr gesehen werden (23). Durch die akute körperliche Belastung wird eine Akute-Phase-Reaktion ausgelöst (10). Die meisten Studien, die sich auf klinische Symptome von Atemwegserkrankungen fokussiert haben, wurden mit Ausdauersportlern (insb. Marathonläufer) durchgeführt – dabei wurde sogar eine Infektionszunahme bis 2 Wochen nach einem Rennen beschrieben (27). Inwiefern diese Zeitspanne auf andere Sportarten übertragen werden kann, muss zumindest in Frage gestellt werden. Bei Skilangläufern stieg das Infektionsrisiko innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Wettkampf um das 2,9-Fache. Bis zum 7. Tag blieb die Erkrankungsgefahr um durchschnittlich 51% erhöht (35). Diese Daten beruhen allerdings auf einem Selbstreport der Athleten. Insbesondere nach Wettkämpfen und im Rahmen einer Studie ist bei der Interpretation zu berücksichtigen, dass sich die Athleten bezüglich der abgefragten unspezifischen Symptome (beispielsweise Husten, Niesen oder dem Gefühl der Kurzatmigkeit) vermehrt beobachten und dadurch die o.g. Steigerung der Atemwegserkrankungen bis zum 7. Tag tendenziell überschätzt werden könnte.

Insgesamt erscheint zum aktuellen Zeitpunkt – auch vor dem Hintergrund der daraus im Kapitel 4 abgeleiteten Präventionsvorschläge – eine zeitliche Begrenzung des „open window“ auf die ersten 72 Stunden nach einem Wettkampf pragmatisch. Weitere vor allem klinische Studien sind jedoch zur Überprüfung der „open window“-Theorie, zusätzlicher Einflussfaktoren und ihrer zeitlichen Ausdehnung notwendig. Auch die grundsätzliche Frage, ob ein Wettkampf eine neue Erkrankung begünstigt oder lediglich bereits bestehende Infektionen fördert, ist bislang nicht valide beantwortet.

### Jahreszeiten

Sowohl bei Spitzensportlern im Skilanglauf als auch im Schwimmen stieg das Infektionsrisiko der oberen Atemwege in den Wintermonaten signifikant an – im Vergleich zu den Sommermonaten auf das 2,1-/2,6-Fache (15, 35). Da bei beiden Sportarten das Infektionsrisiko jahreszeitsynchron zunimmt, obwohl die Saisonplanung gegenläufig verläuft (Schwimmer richten konträr zu Skilangläufern ihre Trainingsplanung auf die Hauptwettkämpfe im Sommer aus), könnte die Erkrankungsgefahr stärker durch die Jahreszeit als durch die Trainingsphase/-intensität beeinflusst werden. Eine solche Beeinflussung ist kompatibel mit Daten der Arbeitsgemeinschaft Influenza des Robert Koch-Instituts: Während in Deutschland unter der Normalbevölkerung durchschnittlich 4,3 Millionen Arztbesuche aufgrund von akuten respiratorischen Infektionen pro Grippesaison (in der Regel beginnend kurz vor dem Jahreswechsel mit Dauer bis Ostern) dokumentiert werden, sind dies im restlichen Jahr maximal 0,6 Millionen (3).

### Flugreisen als bedeutender Risikofaktor

Im Rahmen einer Beobachtungsstudie an der norwegischen Skilanglauf-Nationalmannschaft wurden Flugreisen als

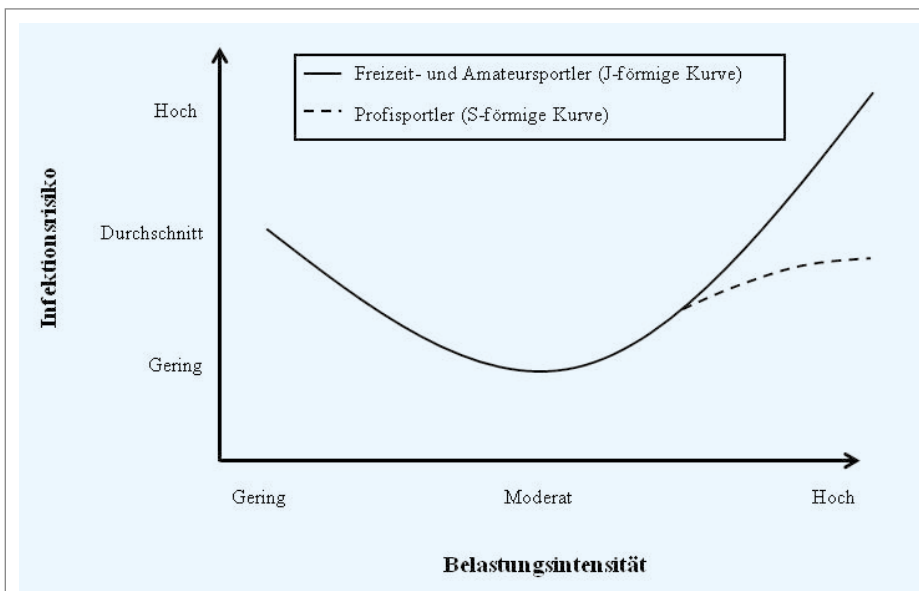


Abbildung 1

Darstellung der Beziehung zwischen Belastungsintensität und Infektionsrisiko bei Freizeit- und Amateursportlern (J-förmige Kurve) im Vergleich zu Profisportlern (S-förmige Kurve) (18, 22, 31).

größter identifizierbarer Risikofaktor für das Auftreten von respiratorischen und gastrointestinalen Infektionen (im zeitlichen Zusammenhang mit internationalen Flugreisen stieg die Infektionsgefahr bis auf das 4,9-Fache) identifiziert (35). Erklären lässt sich dieses Phänomen zumindest spekulativ durch den Reisetress (evtl. noch gesteigert durch Verspätungen der Flüge oder Gepäckverlust) mit begleitendem Schlafmangel, wenig geregelter Ernährung am Reisetag sowie Zeitzonewechsel/ Jetlag (35).

Reisetress kann jedoch in verschiedenen Formen auch bei der Wahl anderer Verkehrsmittel auftreten. Die Steigerung der Infektionsgefahr auf Flugreisen scheint primär durch die sehr niedrige Luftfeuchtigkeit in der Kabinenluft hervorgerufen zu werden. Da die angesaugte Außenluft sehr kalt ist, kann sie wenig Wasser speichern. Im Flugzeug selbst lässt sie sich technisch bedingt nicht gut anfeuchten. Diese extrem niedrige Luftfeuchtigkeit führt dementsprechend zu einem Austrocknen der Schleimhäute. Dadurch verlieren diese ihre Barrierefunktion und die natürlich im Mund und Rachenraum vorkommenden Erreger können in den Körper eindringen bzw. eine Pathogenität entwickeln. Die Infektionsgefahr durch die hohe Anzahl von Mitreisenden und den engen Kontakt im Flugzeug scheint eher geringer zu sein. In Flugzeugen werden HEPA (high efficiency particulate air)-Filter zur Luftreinigung verwendet. Durch sie können prinzipiell sogar infektiöse Personen ohne Ansteckungsgefahr für Mitreisende befördert werden, wenn die direkten Nachbarplätze freigelassen werden.

Da Flüge zudem nicht selten mit einer Reise über eine größere Distanz einhergehen, werden die Sportler nach ihrer Ankunft am Zielort des Öfteren mit neuen Infektionserregern konfrontiert, gegen die ihr Immunsystem noch keine Antikörper oder andere Abwehrfunktionen ausgebildet hat. Darüber hinaus ist mit Flugreisen oft ein Umgebungswechsel mit entsprechender klimatischer Veränderung verbunden.

Vor dem Hintergrund der bereits thematisierten erhöhten Infektionsanfälligkeit nach intensiven Belastungen erscheint es plausibel, dass die Erkrankungshäufigkeit bei Heimflügen, die oftmals innerhalb eines Tages nach einem Wettbewerb stattfinden, weiter ansteigt. Diese Vermutung spiegelt sich in den Ergebnissen über das Auftreten von Infektionssymptomen in der



**Tabelle 2**

Absolute Kontraindikationen für die Ausübung sportlicher Aktivitäten (7).

**KONTRAIKATIONEN**

- Fieber (>38°C) oder Körpertemperatur 0,5 bis 1°C höher als gewöhnlich
- Ruhe-Puls >10/min höher als normal
- Gliederschmerzen bzw. generalisierte Symptome im Rahmen einer akuten Infektion
- Lymphadenopathie

**Tabelle 3**

Voraussetzungen für die Wiederaufnahme von Belastungen nach einer Infektion (30).

**VORAUSSETZUNGEN**

- Keine Symptome der Generalisierung
- Normalisierung bzw. signifikanter Rückgang der Inflammationsparameter
- Keine Organbefunde (z. B. keine EKG-Veränderungen)
- Dosierbare Trainingsreize in den ersten Tagen
- Sportartenspezifisches Training nach 2 - 3 Tagen
- Insbesondere bei Profisportlern engmaschige Kontrolldiagnostik

zuvor erwähnten Langlaufstudie wider (35). Dass jedoch andere Stressoren neben der vorausgegangenen Trainings- und Wettkampftintensität die Infektanfälligkeit im Rahmen von Flugreisen weiter beeinflussen können, zeigen Schweltnus et al. in einer Studie an Rugbymannschaften aus Südafrika und Neuseeland. Insgesamt wurden 8 Mannschaften aus beiden Ländern beobachtet, die zusammen eine 16-wöchige Meisterschaftsrunde bestreiten. Infektionen traten zwei bis drei Mal häufiger auf, wenn sich Teams aus der „Heimat-Zeitzone“ mehr als 5 Zeitzeonen wegbewegten. Die entgegengesetzte Richtung (zurück nach Hause in die eigene Zeitzone), die nach dem Wettkampf eigentlich zeitlich mit dem „open window“ zusammenfällt, ging nicht mit einer signifikanten Erhöhung des Infektionsrisikos einher (33). Erklärend ist anzumerken, dass Neuseeland und Südafrika zum Zeitpunkt der Studie 11 Stunden Zeitdifferenz aufwiesen, aber auch Spiele in Australien stattfanden (2-5 Stunden von Neuseeland, 6-9 Stunden von Südafrika).

Eine mögliche Erklärung für die abweichenden Ergebnisse der beiden Studien über die Korrelation der Infektanfälligkeit mit der Flugrichtung leitet sich aus der unterschiedlichen Trainings- und Wettkampfcharakteristik ab. Während Langläufer bei internationalen Wettkämpfen über mehrere Tage eine prolongierten Belastung ausgesetzt sind und sich dementsprechend für einen längeren Zeitraum in den für sie fremden Zeitzeonen aufhalten, reisten die Rugby-Mannschaften lediglich für ein Spiel ins Ausland. Die bei ihnen nachgewiesene geringere Inzidenz nach Heimflügen könnte für eine psychische Komponente sprechen, aber auch für eine nie komplett vollzogene Umstellung auf die Zeitzeone des Gastgebers und insofern für eine Resynchronisation der endogenen Tagesrhythmik. Zudem dürfte das Immunsystem bei einer Rückkehr in die Heimat-Zeitzeone besser an das vorherrschende Erregerspektrum und Klima adaptiert sein.

**Prävention**

**Allgemeine Präventionsmaßnahmen**

Eine wesentliche Aufgabe der athletenbetreuenden Sportmediziner liegt in einer Aufklärung/Verhaltensschulung der Sportler über generelle Präventionsmaßnahmen und in der

Überwachung deren Einhaltung, ggf. aufgrund des bereits thematisierten „open window“ mit einem besonderen Fokus auf der Nach-Wettkampfphase (eine Übersicht aller Präventionsmaßnahmen bietet Tabelle 1). Das routinemäßige Vermeiden von Händeschütteln wird beispielsweise als potenziell effektive Maßnahme zur Infektionsprophylaxe beschrieben (32). Dieser körperliche Kontakt in Form von Händeschütteln/Abklatschen nimmt im Sport (insbesondere im Mannschaftssport) jedoch eine soziale Funktion als Ausdruck des Respektes, der gegenseitigen Motivation etc. ein. Eine komplette Vermeidung wird als Empfehlung für die Praxis dementsprechend nicht ohne Weiteres umzusetzen sein.

Eine weitere Präventionsmaßnahme kann darin bestehen, insbesondere im „open window“ den Kontakt zu anderen, potentiell infektionsübertragenden Menschen außerhalb der Mannschaft (exemplarisch Medienvertreter, Sponsoren, Zuschauer) auf ein Minimum zu reduzieren (13, 32). Möglicherweise entsteht in dieser Zeitspanne auch zusätzlicher Stress beispielsweise durch Werbeveranstaltungen oder Autogrammstunden. Eine Reduktion derartiger Verpflichtungen könnte dementsprechend beitragen, Infektionen zu vermeiden.

Insbesondere in der Nach-Wettkampfphase sind allgemeine Hygienemaßnahmen (konsequentes Händewaschen, gezielter Einsatz von Händedesinfektion, Teilen von Trinkflaschen oder Besteck vermeiden, nur einmal verwendbare Papierhandtücher nutzen, Meiden von „Fingerfood“) empfehlenswert. Zusätzlich dienen der Wechsel auf adäquate Kleidung, die Beachtung von sport- bzw. belastungsgerechter Ernährung (z. B. isokalorische vollwertige Kost, zügiger Ausgleich des Elektrolythaushaltes, Verzicht auf wesentlichen Alkoholkonsum) und ausreichend Erholung/Schlaf insbesondere in den Wintermonaten der Reduktion von oberen Atemwegserkrankungen (13, 32).

Das Internationale Olympische Komitee (IOC) hat zur Reduktion von Infektionskrankheiten im Sport allgemein bzw. speziell im Spitzensport im Jahr 2016 ein Konsensus-Statement veröffentlicht, in dem Maßnahmen zur Infektionsprävention ausführlich aufgelistet und mit Empfehlungen versehen sind (31). Ein daraus abgeleitetes, für Athleten gestaltetes zusammenfassendes Informationsplakat zeigt Abbildung 2 (32).

**Zeitliche und räumliche Planung – Beratung durch die Sportmedizin**

Aufgrund der beschriebenen Risikofaktoren für obere Atemwegserkrankungen zählt es durchaus auch zu den sportmedizinischen Aufgaben, bezüglich der zeitlichen und räumlichen Organisation im Trainings-/Wettkampfbetrieb zu beraten. So kann beispielsweise eine Unterbringung von Athleten mit hoher Wettkampfbelastung oder Anfälligkeit für Atemwegserkrankungen in Einzelzimmern sinnvoll sein (13). Routinemäßig sollte hingegen unbedingt eine rechtzeitige Isolation erkrankter Sportler erfolgen, in Abhängigkeit von der Einschätzung der Ansteckungsgefahr aber zumindest eine intensive Unterweisung des betroffenen Sportlers über notwendige, die Ansteckungsgefahr mindernde Verhaltensweisen (Abstand, Kontaktmeidung etc.). Im unmittelbaren Vorfeld von großen Turnieren/Meisterschaften oder anderen bekannten Stressoren sollten hochintensive Belastungen minimiert werden - eine Maßnahme, die sich nicht selten ohnehin aus der sportfachlichen Trainingsplanung ergibt. Das erhöhte Infektionsrisiko im anschließenden „open window“ wird bei einer zeitlichen Überschneidung mit dem Reisetstress einer interkontinentalen Meisterschaft und dem Kontakt mit vielen anderen Mannschafts- und Nicht-Mannschaftsmitgliedern vor Ort (z. B. im olympischen Dorf) weiter gesteigert.

Als protektiv für Atemwegserkrankungen erwies sich auch, größere Fluktuationen in der Trainingsbelastung (35) zu vermeiden. Gerade deren Variation wird jedoch von Trainern gezielt zur Leistungssteigerung eingesetzt. Individuell muss daher auch vor dem Hintergrund der Saisonplanung abgewogen werden, inwieweit die daraus abgeleitete Präventionsempfehlung zur eher gleichmäßigen Übungsintensität umsetzbar wird – zumal Trainingsmonotonie einer jener Faktoren ist, die ein Übertraining begünstigen. Insofern wird es auch hier eher auf eine Abwägung des Für und Wider sowie ein Ausbalancieren in Kenntnis möglichst aller wesentlichen Aspekte hinauslaufen müssen.

### Optimierung der Reiseplanung

Thematisiert wurde bereits die Zunahme des Infektionsrisikos durch internationale Flugreisen (35). Dementsprechend kann eine optimierte Flugplanung (inkl. Vermeidung überflüssigen Umsteigens) präventiv wirksam sein. Eine Risikokumulation innerhalb des „open window“ wird vermieden, falls der Rückflug nicht unmittelbar nach Wettkämpfen stattfindet. Wenn die Distanz zwischen zwei Veranstaltungsorten nicht zu groß ist (beispielsweise bei Wettkämpfen in Zentraleuropa), könnte zudem eine Anreise mit der Bahn oder dem Auto diskutiert werden (35). Die Umsetzung all dieser Präventionsvorschläge wird jedoch in der Praxis in den meisten Sportarten auch vor dem Hintergrund der Finanzierbarkeit und zusätzlichen Verbands-/Vereinsinteressen (wie Sponsorenverpflichtungen) abzuwägen sein. Zudem fehlen bislang valide Daten, dass Autofahren mit einer geringeren (anderweitigen) Belastung des Athleten einhergeht - je nach Distanz und Profil der Strecke ist dies eher in Frage zu stellen.

Insbesondere für Reisetage sei erneut betont, ausreichend Erholung/Schlaf und Ernährung (v.a. ausreichende Flüssigkeitszufuhr) zu beachten. Vor Abreise in eine entfernte und/oder unbekannte Region sollten sich der betreuende Sportmediziner und ggf. die Athleten und der sonstige Betreuerstab zudem über das Erregerspektrum sowie assoziierte gesundheitliche Gefahren am Ankunftsort und mögliche Vorbeugemaßnahmen informieren. Eine ausführliche Übersicht unter Berücksichtigung der größeren internationalen Wettkämpfe der näheren Zukunft ist im Internet zu finden (17): [www.infektionen-und-leistungssport.de](http://www.infektionen-und-leistungssport.de)

### Impfprophylaxen

Das Risiko-Nutzen-Verhältnis der Impfprophylaxe unterscheidet sich bei Leistungssportlern signifikant von der Allgemeinbevölkerung (11). Das Infektionsrisiko von Athleten ist aufgrund der bereits beschriebenen Faktoren phasenweise höher als bei Nicht-Athleten. Insbesondere ist hierbei erneut zu betonen, dass Leistungssportler in der Regel häufiger reisen und dabei immer wieder einem Erregerspektrum ausgesetzt werden, auf das ihr Immunsystem nicht eingestell ist. Zusätzlich haben sie häufi-

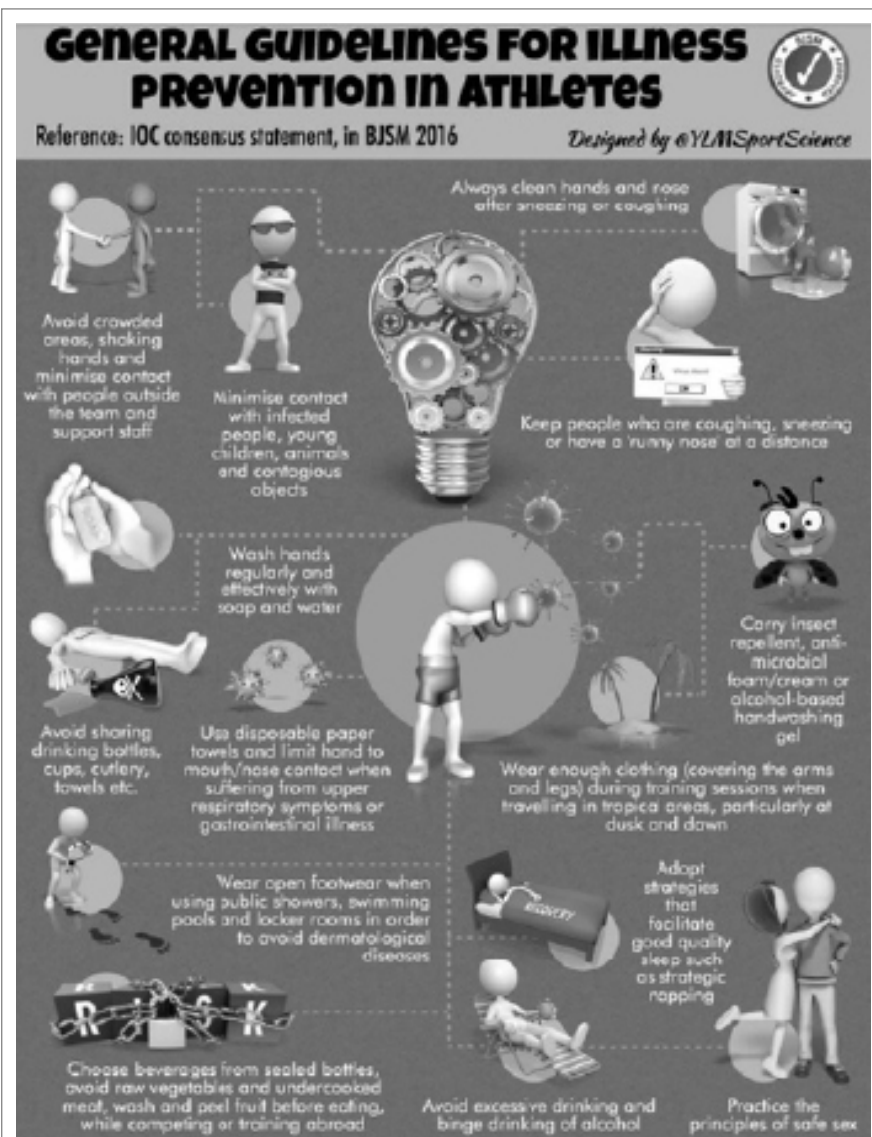


Abbildung 2

Empfehlungen zur Infektionsprävention nach dem Konsensus-Statement des Internationalen Olympischen Komitees (32).

gen Kontakt zu Mitspielern oder Gegnern aus anderen Ländern mit unterschiedlichen, dort auftretenden Infektion. Auch milde Erkrankungen, durch die ein normaler Erwerbstätiger in der Ausübung seines Berufes nicht beeinträchtigt wird, können bei Sportlern bereits zu einer verminderten Leistungsfähigkeit mit ggf. hervorgerufenen Wettkampf- und Trainingspause führen. Analog dazu sind Leistungssportler auch in der Rekonvaleszenz nach schwereren Infektionen länger eingeschränkt (11).

Der Zeitpunkt der Impfung sollte aufgrund möglicher Nebenwirkungen (Aufreten innerhalb der ersten 2 Tage nach Tot- bzw. bis 14 Tage nach Lebendimpfungen) unter Berücksichtigung der Trainings- und Wettkampfplanung gewählt werden (11). Eine Impfung im direkten Anschluss an eine Belastung (im „open window“) führt vermutlich nicht zu einer Reduktion des Impftiters (29), sondern mag sogar mit einer gesteigerten Antikörper-Reaktion einhergehen (5). Ein wissenschaftliches Projekt zu diesem Thema läuft aktuell gerade im Rahmen einer vom Bundesinstitut für Sportwissenschaft geförderten Studie.

Im Bereich der Infektionen des Respirationstraktes ist insbesondere die jährliche Influenza-Impfung zu beachten, wobei aufgrund des größeren Wirkungsspektrums und der vermehrten Reisetätigkeit der Athleten der tetravalente Impfstoff >

zu bevorzugen ist (28). Eine Impfung gegen Masern, Röteln, Diphtherie und Pertussis wird ebenso flächendeckend für jeden Sportler empfohlen (11). Eine Impfung gegen Pneumokokken ist nur indiziert bei Athleten mit chronischen Lungenerkrankungen wie Asthma, Immunkompromittierung, Störung der Blut-Hirn-Schranke (in der Altersgruppe der Leistungssportler vorwiegend ausgelöst durch Diabetes mellitus Typ 1, Multiple Sklerose sowie virale oder bakterielle Meningitiden) oder Cochlea-Implantaten (2, 34).

### Return to Sports

Eine Vielzahl internationaler Studien hat in den letzten Jahren versucht, den Zeitpunkt einer Rückkehr zum Leistungssport nach Verletzungen zu optimieren. Im Fokus dieser Untersuchungen standen überwiegend orthopädisch-traumatologische Krankheitsbilder; so wurde unter anderem der Wiedereinstieg in intensive Belastungen nach Rekonstruktionen des vorderen Kreuzbandes (4) oder nach einer Gehirnerschütterung (21) thematisiert. Wissenschaftliche Empfehlungen bzw. Daten zum Trainings- bzw. Wettkampfeinstieg nach Infektionskrankheiten sind bislang jedoch rar. Die Belastung im Rahmen einer akuten Atemwegserkrankung fortzuführen oder die Intensität verfrüht wieder zu steigern, kann jedoch in einer Verlängerung/Aggravation der Erkrankung und in - ggf. chronischen - Organmanifestationen (chronische Bronchitis, Myokarditis etc.) resultieren (9). Ein potenziell folgendes postinfektiöses Müdigkeitssyndrom (bekannt insbesondere nach EBV-Infektionen (1)) kann langfristig die Leistungsfähigkeit reduzieren oder sogar für muskuloskeletale Verletzungen prädisponieren. Darüber hinaus besteht die Gefahr einer Übertragung auf andere Sportler (14). Besondere Risikofaktoren für eine gesteigerte Infektionsweitergabe wurden bereits zuvor thematisiert. Aufgrund der unzureichenden Datenlage und der potenziellen Konsequenzen ist daher individuell über eine Belastungsrückkehr nach einer Infektion zu entscheiden. Dabei ist die regelmäßige Kommunikation mit dem Sportler und seinem Trainer wichtig, um über die jeweils aktuelle Infektionssituation aufzuklären und somit auch die Compliance für eine ggf. notwendige längere Belastungspause zu erhöhen – unter Umständen kann diesbezüglich nach Training und Wettkampf differenziert werden (30).

Tabelle 2 führt die Symptome auf, bei denen sportliche Aktivitäten absolut kontraindiziert sind (7). Als Gedächtnisstütze für diese Kontraindikationen bezüglich einer Sportausübung unter oberen Atemwegserkrankungen mag der von Eichner et al. geprägte Begriff des „neck check“ hilfreich sein. Sobald demnach Beschwerden „unterhalb des Genicks“ wie Fieber, Myalgien, Arthralgien oder Tachykardien als begleitende Allgemeinsymptome auftreten, ist dringend eine Sportpause einzuhalten (6).

Vor einem „return to sports“ sollte generell eine medizinische Abschlusskonsultation durchgeführt werden, grundsätzlich mindestens bestehend aus einer aktuellen Symptomanamnese, einer körperlichen Untersuchung (großzügiger Einsatz des Ruhe-EKGs) und möglichst einer Laborkontrolle der Inflammationsparameter. Zur Überprüfung der Respiration (und Detektion möglicher, bleibender Einschränkungen) kann zudem die Durchführung einer Spirometrie erwogen werden. Bei dem Verdacht oder Nachweis einer kardialen Beteiligung (Peri-/Myokarditis) ist eine zusätzliche kardiologische Mitbeurteilung inklusive entsprechender apparativer Diagnostik notwendig. Scharhag et al. haben unabhängig von der Infektionsart generelle Voraussetzungen für eine Wiederaufnahme von Belastungen formuliert – diese zeigt Tabelle 3 (30).

Insbesondere bei einer Influenza empfiehlt sich, die Belastung dosiert über 1 bis 2 Wochen zu steigern (30). Bei Erkältungsscheinungen (Rhinorrhö, Halsschmerzen oder Husten) ohne Allgemeinsymptome bzw. mit unauffälligen Blutwerten gibt es keine Evidenz für schädliche Auswirkungen von (moderat-intensiver!) körperlicher Aktivität. Auch wenn aus allgemeinen Erwägungen Vorsicht geboten und im Freizeit- und Gesundheitssport kein Grund zu erkennen ist, der einen vorzeitigen (vor kompletter Symptommfreiheit) Wiedereinstieg in den Sport rechtfertigt, erscheinen im Leistungssport geringe bis moderat-intensive körperliche Belastungen über 15 bis 30 Minuten täglich im aeroben Bereich möglich (26). Wenn keine Symptomverschlechterung eintritt, sind eine Fortsetzung und schrittweise Steigerung erlaubt. Nach 2 bis 3 Tagen Symptommfreiheit kann die Rückkehr zum uneingeschränkten Training erfolgen (30).

### Schlussfolgerungen

Infektionen des oberen Respirationstraktes sind sportartenübergreifend eine alltagsrelevante Gefährdung für Athleten, die zu einer deutlichen Leistungsminderung und Trainings- bzw. Wettkampfpause führen können. Sowohl die im Sport aktiven Personen als auch ihre betreuenden Ärzte sollten sich daher der Phasen erhöhter Infektionsanfälligkeit (Wintermonate, Phasen der Wettkämpfe und Reisen, Wechsel der Trainingsintensität) bewusst sein. In solchen Perioden liegt das Augenmerk insbesondere auf einer Beachtung effektiver Präventionsmaßnahmen (Optimierung/Reduktion von Flugreisen, besondere Aufmerksamkeit für Phasen nach einem Wettkampf, Impfprophylaxe, Hygienemaßnahmen, adäquate Regenerationsphasen mit ausreichend Erholung und Schlaf, Optimierung des Flüssigkeits-/Elektrolythaushaltes). Da eine fehlende Sportpause oder eine verfrühte Rückkehr zu Belastungen im Rahmen einer Atemwegsinfektion zu einer Aggravation der Erkrankung oder chronischen Organmanifestationen führen kann, muss die „return to sports“-Entscheidung zwar immer in enger Absprache mit Athlet und Trainer, aber vor allem unter primär medizinischen Gesichtspunkten erfolgen und im Zweifel eher konservativ getroffen werden. Die vorliegenden Daten ermöglichen zwar bereits ein zielgerichtetes Management von Infektionen des oberen Respirationstraktes. Insbesondere im Bereich der Risikofaktoren sind jedoch weitere Studien notwendig, um über deren Interaktion Kenntnisse zu ziehen und entsprechende präventive Maßnahmen ableiten zu können. ■

**Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen:**  
Keine



## Literatur

- (1) **BECKER JA, SMITH JA.** Return to play after infectious mononucleosis. *Sports Health.* 2014; 6: 232-238. doi:10.1177/1941738114521984
- (2) **CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC).** Use of 13-valent pneumococcal conjugate vaccine and 23-valent pneumococcal polysaccharide vaccine for adults with immunocompromising conditions: recommendations for the advisory committee on immunization practices (ACIP). *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2012; 61: 816-819
- (3) **DER HEIDEN MA, KÖPKE K, BUDA S, BUCHHOLZ U, HAAS W.** Estimates of excess medically attended acute respiratory infections in periods of seasonal and pandemic influenza in Germany from 2001/02 to 2010/11. *PLoS ONE.* 2013; 8. doi:10.1371/journal.pone.0064593
- (4) **DINGENEN B, GOKELER A.** Optimization of the return-to-sport paradigm after anterior cruciate ligament reconstruction: a critical step back to move forward. *Sports Med.* 2017; 11. doi:10.1007/s40279-017-0674-6
- (5) **EDWARDS KM, CAMPBELL JP, RING C, DRAYSON MT, BOSCH JA, DOWNES C, LONG JE, LUMB JA, MERRY A, PAINE NJ, BURNS VE.** Exercise intensity does not influence the efficacy of eccentric exercise as a behavioural adjuvant to vaccination. *Brain Behav Immun.* 2010; 24: 623-630. doi:10.1016/j.bbi.2010.01.009
- (6) **EICHNER ER.** Infection, immunity and exercise. *Phys Sportsmed.* 1993; 21: 125-135. doi:10.1080/00913847.1993.11710319
- (7) **FRIMAN G, WESSLÉN L.** Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: infections and exercise in high-performance athletes. *Immunol Cell Biol.* 2000; 78: 510-522. doi:10.1111/j.1440-1711.2000.t01-12-x
- (8) **FULLER CW, EKSTRAND J, JUNGE A, ANDERSEN TE, BAHR R, DVORAK J, HÄGGLUND M, MCCRORY P, MEEUWISSE WH.** Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med.* 2006; 40: 193-201. doi:10.1136/bjism.2005.025270
- (9) **GABRIEL H.** Sport und Immunsystem. In: Pokan R, Förster H, Hofmann P, Hörtnagl H, Ledl-Kurkowski E, Wonisch M, eds. *Compendium der Sportmedizin. Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie.* Wien: Springer-Verlag, p. 227-250, 2004.
- (10) **GABRIEL H.** Auswirkungen von Sport auf das Immunsystem. *Notfall & Hausarztmedizin.* 2006; 32: 411-415. doi:10.1055/s-2006-951784
- (11) **GÄRTNER BC, MEYER T.** Vaccination in elite athletes. *Sports Med.* 2014; 44: 1361-1376. doi:10.1007/s40279-014-0217-3
- (12) **GROSSMAN RF.** The value of antibiotics and the outcomes of antibiotic therapy in exacerbations of COPD. *Chest.* 1998; 113: 249S-255S. doi:10.1378/chest.113.4\_Supplement.249S
- (13) **HANSTAD DV, RONSEN O, ANDERSEN SS, STEFFEN K, ENGBRETSSEN L.** Fit for the fight? Illnesses in the Norwegian team in the Vancouver Olympic Games. *Br J Sports Med.* 2011; 45: 571-575. doi:10.1136/bjism.2010.081364
- (14) **HARRIS MD.** Infectious disease in athletes. *Curr Sports Med Rep.* 2011; 10: 84-89. doi:10.1249/JSR.0b013e3182142381
- (15) **HELLARD P, AVALOS M, GUIMARAES F, TOUSSAINT JF, PYNE DB.** Training-related risk of common illnesses in elite swimmers over a 4-yr period. *Med Sci Sports Exerc.* 2015; 47: 698-707. doi:10.1249/MSS.0000000000000461
- (16) **HUCHON GJ, GIALDRONI-GRASSI G, LÉOPHONTE P, MANRESA F, SCHABERG T, WOODHEAD M.** Initial antibiotic therapy for lower respiratory tract infection in the community: a European survey. *Eur Respir J.* 1996; 9: 1590-1595. doi:10.1183/09031936.96.09081590
- (17) **UNIVERSITÄT DES SAARLANDES.** Infektionen und Leistungssport. 2017. [www.uni-saarland.de/page/infektionen-und-leistungssport.html](http://www.uni-saarland.de/page/infektionen-und-leistungssport.html) [9. April 2017].
- (18) **MALM C.** Susceptibility to infections in elite athletes: the S-curve. *Scand J Med Sci Sports.* 2006; 16: 4-6. doi:10.1111/j.1600-0838.2005.00499.x
- (19) **MONTO AS, ULLMAN BM.** Acute respiratory illness in an American community: the Tecumseh study. *JAMA.* 1974; 227: 164-169. doi:10.1001/jama.1974.03230150016004
- (20) **MOREIRA A, DELGADO L, MOREIRA P, HAAHTELA T.** Does exercise increase the risk of upper respiratory tract infections? *Br Med Bull.* 2009; 90: 111-131. doi:10.1093/bmb/ldp010
- (21) **NALEPA B, ALEXANDER A, SCHODROF S, BERNICK C, PARDINI J.** Fighting to keep a sport safe: toward a structured and sport-specific return to play protocol. *Phys Sportsmed.* 2017; 45: 145-150. doi:10.1080/00913847.2017.1288544
- (22) **NIEMAN DC.** Risk of upper respiratory tract infection in athletes: an epidemiologic and immunologic perspective. *J Athl Train.* 1997; 32: 344-349.
- (23) **NIEMAN DC.** Is infection risk linked to exercise workload. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32: S406-S411. doi:10.1097/00005768-200007001-00005
- (24) **NIEMAN DC.** Current perspective on exercise immunology. *Curr Sports Med Rep.* 2003; 2: 239-242. doi:10.1249/00149619-200310000-00001
- (25) **NIEMAN DC, NEHLSSEN-CANNARELLA SL, MARKOFF PA, BALK-LAMBERTON AJ, YANG H, CHRITTON DB, LEE JW, ARABATZIS K.** The effects of moderate exercise training on natural killer cells and acute upper respiratory tract infections. *Int J Sports Med.* 1990; 11: 467-473. doi:10.1055/s-2007-1024839
- (26) **PAGE CL, DIEHL JJ.** Upper respiratory tract infections in athletes. *Clin Sports Med.* 2007; 26: 345-359. doi:10.1016/j.csm.2007.04.001
- (27) **PETERS EM, BATEMAN ED.** Ultramarathon running and upper respiratory tract infections. An epidemiological survey. *S Afr Med J.* 1983; 64: 582-584.
- (28) **REED C, MELTZER MI, FINELLI L, FIORE A.** Public health impact of including two lineages of influenza B in a quadrivalent seasonal influenza vaccine. *Vaccine.* 2012; 30: 1993-1998. doi:10.1016/j.vaccine.2011.12.098
- (29) **ROSIC I, MALICEVIC S, MEDIC S.** Immune response to hepatitis B vaccine in elite athletes. *Med Pregl.* 2008; 61: 55-59. doi:10.2298/MPNS0802055R
- (30) **SCHARHAG J, MEYER T.** Return to play after acute infectious disease in football players. *J Sports Sci.* 2014; 32: 1237-1242. doi:10.1080/02640414.2014.898861
- (31) **SCHWELLNUS M, SOLIGARD T, ALONSO JM, BAHR R, CLARSEN B, DIJKSTRA HP, GABBETT TJ, GLEESON M, HÄGGLUND M, HUTCHINSON MR, JANSE VAN RENSBURG C, MEEUSEN R, ORCHARD JW, PLUIM BM, RAFTERY M, BUDGETT R, ENGBRETSSEN 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. doi:10.1136/bjsports-2016-096572
- (32) **SCHWELLNUS M, SOLIGARD T, ALONSO JM, BAHR R, CLARSEN B, DIJKSTRA HP, GABBETT TJ, GLEESON M, HÄGGLUND M, HUTCHINSON MR, VAN RENSBURG CJ, MEEUSEN R, ORCHARD JW, PLUIM BM, RAFTERY M, BUDGETT R, ENGBRETSSEN L.** Infographic. General guidance for the prevention of illness in athletes. *Br J Sports Med.* 2016. doi:10.1136/bjsports-2016-097234
- (33) **SCHWELLNUS MP, DERMAN WE, JORDAAN E, PAGE T, LAMBERT MI, READHEAD C, ROBERTS C, KOHLER R, COLLINS R, KARA S, MORRIS MI, STRAUSS O, WEBB S.** Elite athletes travelling to international destinations >5 time zone differences from their home country have a 2-3-fold increased risk of illness. *Br J Sports Med.* 2012; 46: 816-821. doi:10.1136/bjsports-2012-091395
- (34) **STÄNDIGE IMPFKOMMISSION (STIKO) AM ROBERT KOCH-INSTITUT (RKI).** Empfehlungen der Ständigen Impfkommision (STIKO) am Robert Koch-Institut. *Epid Bull.* 2016; 34: 309. doi:10.17886/EPIBULL-2016-051
- (35) **SVENDSEN IS, TAYLOR IM, TØNNESSEN E, BAHR R, GLEESON M.** Training-related and competition-related risk factors for respiratory tract and gastrointestinal infections in elite cross-country skiers. *Br J Sports Med.* 2016; 50: 809-815. doi:10.1136/bjsports-2015-095398
- (36) **TSAI ML, CHOU KM, CHANG CK, FANG SH.** Changes of mucosal immunity and antioxidation activity in elite male Taiwanese taekwondo athletes associated with intensive training and rapid weight loss. *Br J Sports Med.* 2011; 45: 729-734. doi:10.1136/bjism.2009.062497