

Interdental Spacing and Orthodontic Treatment in Competitive Athletes: Clues to Doping with Growth Hormones?

Zahnlücken und kieferorthopädische Therapie bei Leistungssportlern: Indizien für Doping mit Wachstumshormonen?

Jens Christoph Türp¹, Heinz Lünsch², Ralf Johannes Radlanski³

Abstract

The aim of this report is to examine clues of a suspected link between the artificial ingestion of human growth hormone (rhGH) and resulting interdental spaces in adult athletes.

We conducted an electronic search in the German-language versions of the search engines Google and Google Scholar as well as in the database PubMed.

While no explicit articles could be identified in PubMed, the search in Google and Google Scholar produced 1370 and 6 hits, respectively. Original quotes from 20 sources show that in the media the wearing of orthodontic multibracket appliances among athletes is largely attributed to changes in tooth position as a consequence of the illegal ingestion of rhGH. On the other hand, there are few references to the possibility that orthodontic treatments with fixed appliances might be carried out for reasons unrelated to doping.

Conclusion: A definitive assessment of this issue is not possible at present. In view of its major importance of the subject, the relationships depicted here should be investigated in greater depth.

Key Words: Doping in sports · Human growth hormone · Multibracket appliances · Interdental spacing · Medical ethics

Zusammenfassung

Ziel dieses Beitrags ist es, Indizien für einen vermuteten Zusammenhang zwischen der künstlichen Zufuhr des menschlichen Wachstumshormons (rhGH) und dadurch hervorgerufenen Zahnlücken bei erwachsenen Sportlern zu prüfen.

Es wurde eine elektronische Recherche in den deutschsprachigen Ausgaben der Suchmaschinen Google und Google Scholar sowie in dem medizinischen Webportal PubMed durchgeführt.

Während in PubMed keine expliziten Beiträge identifiziert werden konnten, lieferte die Suche in Google und Google Scholar 1370 bzw. 6 Treffer. Originalzitate aus 20 Quellen zeigen, dass in den Medien das Tragen von Multibandapparaturen bei Sportlern überwiegend auf Zahnstellungsänderungen als Folge illegaler rhGH-Einnahme zurückgeführt wird. Demgegenüber wird nur sehr vereinzelt auf die Möglichkeit hingewiesen, dass die Multibandbehandlungen aus dopingunabhängigen Gründen erfolgen.

Schlussfolgerung: Eine abschließende Bewertung der Sachlage ist derzeit nicht möglich. Angesichts der großen Bedeutung des Themas sollten die dargestellten Zusammenhänge genauer erforscht werden.

Schlüsselwörter: Doping im Sport · Menschliches Wachstumshormon · Multibandapparaturen · Zahnlücken · Medizinische Ethik

¹Clinic for Reconstructive Dentistry and Temporomandibular Disorders, Dental School, University of Basel, Switzerland,

²Sports Science Consultancy and Support *Solutions in Sports*, Duisburg, Germany,

³Department of Craniofacial Developmental Biology, Charité Campus Benjamin Franklin, Center for Dental and Craniofacial Sciences, Berlin, Germany.

Received: July 23, 2010; accepted: August 31, 2010

J Orofac Orthop 2010;71:373–82

DOI 10.1007/s00056-010-0104-y

Introduction

The fact that doping is no longer a marginal phenomenon in sports is common knowledge. The practice of illicit performance enhancement is increasingly spilling over from the world of professional sports into amateur and hobby sports [1, 8]. An alarming development is that even adolescents are using doping drugs [5, 11, 21].

Anabolic steroids and their derivatives are used particularly in weight-lifting, wrestling and other sports requiring great strength, as well as sports demanding great speed and strength, such as discus and javelin throwing. The athletes use these drugs contrary to their indications, thereby ignoring the clinical side effects because of the positive effect on muscle growth ascribed to these drugs when combined with training and a diet high enough in protein [15]. Another drug widely used in these sports is recombinant human growth hormone produced by gene technology (rhGH; naturally occurring as hGH – human growth hormone –, also known as somatotropin or somatotrophic hormone). In a medical context, the main indication for using this peptide hormone is to treat anterior pituitary insufficiency of organic origin involving growth hormone deficiency [3, 12]. rhGH has been misused in sports since the early 1980s because a muscle-building and fat-destroying (lipocatabolic) effect has been attributed to it [16, 20]. In the eyes of users, one positive aspect seems to be that rhGH is eliminated very quickly from the body and is, therefore, far more difficult to detect than are anabolic steroids [3, 10, 21, 22].

This article examines the clues of a link between the ingestion of rhGH and dental spaces in athletes so as to contribute towards better methodology for detecting abuse of this peptide hormone.

Morphologic Changes Due to Growth Hormone

The use of anabolic substances can cause visible physical changes which may be expressed as external signs and symptoms. This involves changes to skin and integumentary appendages, which may become manifest in men by feminization (e.g. gynecomastia) and in women by extensive virilization (e.g. hirsutism, clitoral hypertrophy, deepening of the voice) [2, 15, 23]. In contrast to anabolic steroids, the long-term use of rhGH can lead to morphological changes. Enlargement of the distal part of the extremities (acromegaly) is particularly noticeable [4]. In the facial area, nose (widening and thickening), eyebrow projection (thickening), zygomatic arches (enlargement), chin and jaws (maxillary widening, tendency to mandibular prognathism) are particularly affected by acromegaly. Oral signs of acromegaly are interdental spaces caused by jaw growth and the resulting malocclusion [6].

Evidence of Doping with Growth Hormones in Athletes

It was already apparent about 20 years ago that some adult competitive athletes – predominantly in track and field

Einleitung

Mittlerweile ist hinlänglich bekannt, dass Doping keine Randerscheinung des Sports mehr ist. Vom bezahlten Leistungssport greift die Praxis der unerlaubten Leistungssteigerung immer stärker auf den Breitensport über [1, 8]. Dabei stimmt sehr bedenklich, dass bereits Jugendliche Dopingmittel anwenden [5, 11, 21].

Zweckentfremdet und ohne Berücksichtigung ihrer klinischen Nebenwirkungen finden vor allem in den Kraft- (u.a. Gewichtheben, Ringen) und Schnellkraftsportarten (z. B. Diskus- und Speerwerfen) anabole Steroide und ihre Derivate aufgrund der ihnen zugeschriebenen positiven Wirkung auf das Muskelwachstum in Verbindung mit Training und ausreichender Eiweißernährung Anwendung [15]. Ein weiteres in diesen Sportarten verbreitetes Dopingmittel ist das gentechnisch hergestellte rekombinante menschliche Wachstumshormon (rhGH; natürlich vorkommend als hGH – human growth hormone –, Somatotropin oder somatotropes Hormon bezeichnet). Dieses Peptidhormon ist medizinisch vor allem bei der organisch bedingten Hypophysenvorderlappen-Insuffizienz indiziert, die mit Wachstumshormonmangel einhergeht [3, 12]. Im Sport wird rhGH seit Anfang der 1980er Jahre missbräuchlich eingesetzt, da ihm ebenfalls eine muskelauf- und fettabbauende Wirkung zugeschrieben wird [16, 20]. Dabei erscheint es in den Augen der Anwender günstig, dass rhGH sehr schnell vom Körper eliminiert wird und daher deutlich schwieriger nachzuweisen ist, als dies bei anabolen Steroiden der Fall ist [3, 10, 21, 22].

Dieser Beitrag prüft Indizien für einen Zusammenhang zwischen der Zufuhr von rhGH und Zahnlücken bei Sportlern, um zur Entwicklung verbesserter Methodik für den Nachweis des Missbrauchs dieses Peptidhormons zu motivieren.

Morphologische Veränderungen durch Wachstumshormon

Die Anwendung anaboler Substanzen kann sichtbare körperliche Veränderungen hervorrufen, die sich in Form einer externen Symptomatik äußern kann. Dabei handelt es sich um Veränderungen an Haut- und Hautanhangsorganen, die sich bei Männern durch Feminisierung (z. B. Gynäkomastie) und bei Frauen durch umfassende Virilisierung (z. B. Hirsutismus, Klitorishypertrophie, Vertiefung der Stimmlage) manifestieren kann [2, 15, 23]. Im Gegensatz zu den anabolen Steroiden kann die langfristige Anwendung von rhGH zu morphologischen Veränderungen führen. Besonders auffällig ist die Vergrößerung der Akren (Akromegalie) [4]. Im Gesicht sind von einer Akromegalie vor allem Nase (Weitung und Verdickung), Augenbrauenwülste (Verstärkung), Jochbögen (Vergrößerung) sowie Kinn und Kiefer (Oberkiefervergrößerung, Tendenz zur Unterkieferprognathie) betroffen. Orale Zeichen einer Akromegalie sind durch Größenwachstum der Kiefer bedingte Zahnlücken und eine dadurch zustande kommende Malokklusion [6].

events – were surprisingly wearing orthodontic multibracket appliances. The sports journalists Kistner & Weinreich [13] commented in 1996: “The use of braces and jaw-correction appliances has noticeably increased since 1992, especially among US track and field athletes. Among mature adults, mind you.”⁴ These observations made with growing frequency over the years (Figure 1) were attributed to the fact that doping with rhGH encouraged the formation of interdental spaces [23], “which”, as the Swiss doping experts Kamber & Mullis [11] added in 2007, “will make later tooth correction necessary (braces worn by adult athletes?)”. One doctor commented on a photograph published in the Frankfurter Allgemeine Zeitung (F.A.Z.) in 2009 [9]: “The F.A.Z. impressively shows the world champion’s orthodontic braces – as we saw from Beijing 2008; there is no need for a doping test because experts claim that braces are typical of the use of growth hormones.”

These hints prompted us to search for more statements on examining the suspected link, using electronic searches in the German-language versions of the search engines Google (www.google.de) and Google Scholar as well as PubMed (www.pubmed.gov) (last updated: 10 September 2010). In Google and Google Scholar we achieved 1370 and 6 hits, respectively, with the search terms “doping wachstumshormon zahnspace” (“doping growth hormone braces”). Based on the hits obtained, Table 1 (see pages 376 and 378) illustrates quotations from 20 sources suggesting a suspected relationship between rhGH ingestion and subsequent changes in tooth position.

Apart from “chance finds” in the form of individual phrases in articles [e.g. 11], however, we failed to identify articles in the medical and dental specialist literature addressing the connection between the artificial ingestion of growth hormones and changes in tooth position (Table 2).

Discussion

The specialist dental and orthodontic literature has not apparently dealt with the subject of a possible connection between rhGH ingestion, interdental spacing and orthodontic regulation. An example of this observation is one specialist dental article concerning substance abuse in adolescents and its significance for orthodontic practice: nine classes of



Figure 1. Orthodontic multibracket appliance worn by a 100-meter runner at the 2009 Track and Field World Championships in Berlin. (©Thissen/picture-alliance/dpa)

Abbildung 1. Multibandapparat bei einer 100-m-Läuferin anlässlich der Leichtathletik-Weltmeisterschaft 2009 in Berlin. (©Thissen/picture-alliance/dpa)

Hinweise auf Doping mit Wachstumshormonen bei Sportlern

Bereits vor rund 20 Jahren fiel vereinzelt auf, dass einige erwachsene Leistungssportler – vornehmlich Leichtathleten – unerwartet Multibandapparaturen trugen. Die Sportjournalisten Kistner & Weinreich [13] bemerkten im Jahr 1996: „Vor allem unter US-Leichtathleten stieg seit 1992 der Gebrauch von Zahnspangen und Geräten zur Kieferkorrektur auffallend an. Bei ausgewachsenen Menschen, wohl-gemerkt.“⁴ Diese im Laufe der Jahre immer häufiger gemachten Beobachtungen (Abbildung 1) wurden darauf zurückgeführt, dass Doping mit rhGH die Ausbildung von Zahnlücken begünstige [23], „was“, wie die schweizerischen Dopingexperten Kamber & Mullis [11] 2007 anfügten, „spätere Zahnkorrekturen notwendig machen wird (Zahnspangen bei erwachsenen Sportlern?)“. Zu einem 2009 in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung (F.A.Z.) veröffentlichten Foto bemerkte ein Mediziner [9]: „Die F.A.Z. zeigt ein-

drucksvoll – wie schon aus Peking 2008 – die Zahnspangen der Weltmeisterin; da braucht man keine Doping-Probe, denn die Spangen sind nach Expertenaussagen typisch für die Anwendung von Wachstumshormonen.“

Diese Anspielungen veranlassten uns, mit Hilfe von elektronischen Recherchen in den deutschsprachigen Ausgaben der Suchmaschinen Google (www.google.de) und Google Scholar sowie im Webportal PubMed (www.pubmed.gov) nach weiteren Aussagen zur Prüfung des vermuteten Zusammenhangs zu suchen (letzte Aktualisierung: 10. September 2010). In Google und Google Scholar erhielten wir mit den Suchbegriffen „doping wachstumshormon zahnspace“ 1370 bzw. 6 Treffer. Auf der Grundlage der erhaltenen Treffer zeigt Tabelle 1 (s. Seite 377 und 379) eine Auswahl von Zitaten aus 20 Quellen mit Andeutungen über vermutete Zusammenhänge zwischen der rhGH-Einnahme und nachfolgenden Zahnstellungsänderungen.

Demgegenüber war es uns, abgesehen von „Zufallsfinden“ in Form einzelner Sätze in Artikeln [z.B. 11], nicht gelungen, in der (zahn)ärztlichen Fachliteratur Beiträge zu identifizieren, die sich mit dem Zusammenhang zwischen der künstlichen Zufuhr von Wachstumshormonen und Veränderungen der Zahnstellung beschäftigt haben (Tabelle 2).

Fortsetzung Seite 380

continued page 380

⁴A comment on terminology: it is not the jaws or teeth being corrected, but tooth position.

⁴Eine Bemerkung zur Terminologie: Korrigiert werden natürlich weder Kiefer noch Zähne, sondern die Zahnstellung.

Table 1. Search in Google and Google Scholar: examples of references to jaw changes induced by growth hormones (web addresses last accessed: 10 September 2010).

Source	Quotation
Frankfurter Allgemeine Zeitung ("Steinwerfer im Glashaus", 14 July 1997 [quoted in 23]) http://books.google.ch/books?id=PNY6d5YEv7MC&printsec=frontcover&dq=Andreas+Singler,+Gerhard+Treutlein&hl=de&ei=e3k0TMf9GYKB8gb-hLykAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false	"[Carl Lewis] was impeded in his speech for a long time by orthodontic braces, incidentally like his fellow runner Leroy Burell: iron corrective attempts directed against persistent changes in the jaw, which doctors with experience in doping associate with the use of growth hormones."
netdoktor.de ("Erzwungene Muskeln"), August 2003 www.netdoktor.at/health_center/mann/muskeln.shtml	"The deception is written into the face of the consumer: nose, chin and ears grow at the same time as the muscles; medically, the clinical picture is known as acromegaly. 'When athletes suddenly need braces, you just need to put two and two together,' according to Moosburger."
Hamburger Abendblatt ("Lösch die Dopingrekorde!"), 20 August 2004 www.abendblatt.de/sport/article271748/Loescht-die-Dopingrekorde.html	"(Look out for people with braces! Growth hormones might be involved)."
welt.online ("In Athen wurden nur arme Irre oder Hasardeure erwischt"), 28 August 2004 www.welt.de/print-wams/article115123/In_Athen_wurden_nur_arme_Irre_oder_Hasardeure_erwischt.html	"In other countries, such as the USA, it is even common practice to give growth hormones to adolescents just so that they can get into the high school football team. Then we are surprised there are people with shoe size 52, solid square jaws and braces running around."
netdoktor.de ("Dopingspiele: Am Tag X blitzsauber"), 30 August 2004 www.netdoktor.de/Magazin/Dopingspiele-Am-Tag-X-blitzsau-4279.html	"Shovel-like jaws [...] 'You just have to look around', says one long-jumper who was at the Olympic Games for the first time. 'There are characteristics you simply can't overlook,' she asserts and she means jaws that grow to be so protruding that athletes are wearing braces in adulthood; [...]"
Deutsche Sportjugend im Deutschen Sportbund e.V [7] http://213.188.99.34/downloads/Publikationen/SportohneDoping.pdf	Health risk: "Enlargement of the extremities (especially the jaws – braces worn by adult athletes)"
Renneberg & Reich (2004) [19] http://books.google.ch/books?id=A1Y5yqZet1QC&printsec=frontcover&q=Liebling,+du+hasst+die+Katze+geklont!:+Biotechnologie+im+Alltag&source=bl&ots=POdCkNOLBi&sig=DHG0tXaNDhrro3pFyZtiMOLD2nA&hl=de&ei=W3o0TKPEFc6hsQad_dHNBA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBUQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false	"The German 'high priest of doping', Professor Werner W. Franke, disapprovingly stated at the 2003 Track and Field Athletic World Championships in Paris: "This world championship was a festival of brace-wearers. Marion Jones, who is now active again, formerly wore braces, too. They are a sure sign that human growth hormone is being taken: the chin has grown, the jawbones have grown and that leads to protrusion of the teeth such as that found as a deformity in children. Dental braces are clear evidence of hormone misuse!"
Süddeutsche Zeitung ("Wachstumshormon Der Kraftschub"), 6 July 2007. www.sueddeutsche.de/gesundheit/900/379705/text/	"A newly developed gap between the upper incisors that athletes often try to conceal with braces is typical of doping with growth hormone. Track and field athlete Carl Lewis suddenly wore braces at the age of 30."
Mannheimer Morgen ("Wachstumshormon: kaum nachweisbar"), 17 July 2007 www.morgenweb.de/nachrichten/dritte_seite/Doping/20070717_srv0000001105147.html	"Furthermore, these hormones alter the user's appearance because the whole body grows at the same time: it can be seen from the nose, jawbone, hands, and feet. When an adult athlete suddenly appears with braces, we are right to be suspicious. The same applies to sportsmen and women who need new shoes in a different size every new season."
Pharmazeutische Zeitung online („Erst gepusht, dann verpfuscht“), Ausgabe 12/2007 www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?type=0&id=2795	"Hence, muscle growth can happen where it is not wanted, such as at the jaws. But since the teeth will not grow at the same time, more or less uniform gaps will develop between the teeth."

continued page 378

Tabelle 1. Recherche in Google und Google Scholar: Beispiele für Hinweise für durch Wachstumshormone bedingte Kieferveränderungen (letzter Zugriff der Webadressen: 10. September 2010).

Quelle	Zitat
Frankfurter Allgemeine Zeitung („Steinwerfer im Glashaus“, 14. Juli 1997 [zitiert in 23]) http://books.google.ch/books?id=PNY6d5YEv7MC&printsec=frontcover&dq=Andreas+Singler,+Gerhard+Treutlein&hl=de&ei=e3k0TMf9GYKB8gb-hLykAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false	„[Carl Lewis] wurde in seiner freien Rede lange, wie übrigens auch sein Mitläufer Leroy Burell, durch eine Zahnspange behindert: eiserne Korrekturversuche gegen hartnäckige Veränderungen im Kiefer, die dopingerfahrene Mediziner mit dem Genuß von Wachstumshormonen in Verbindung bringen.“
netdoktor.de („Erzwungene Muskeln“), August 2003 www.netdoktor.at/health_center/mann/muskeln.shtml	„Der Betrug steht den Konsumenten dabei ins Gesicht geschrieben: Nase, Kinn und Ohren wachsen mit den Muskeln mit; Akromegalie heißt das medizinische Krankheitsbild. Wenn Athleten plötzlich eine Zahnspange brauchen, muss man nur eins und eins zusammenzählen“, so Moosburger.“
Hamburger Abendblatt („Löscht die Dopingrekorde!“), 20. August 2004 www.abendblatt.de/sport/article271748/Loescht-die-Dopingrekorde.html	„(Achten Sie auf die Leute mit den Zahnspangen! Da könnten Wachstumshormone im Spiel sein).“
welt.online („In Athen wurden nur arme Irre oder Hasardeure erwischt“), 28. August 2004 www.welt.de/print-wams/article115123/In_Athen_wurden_nur_arme_Irre_oder_Hasardeure_erwischt.html	„In anderen Ländern wie den USA ist es sogar gang und gäbe, Jugendlichen Wachstumshormone zu verabreichen, nur damit sie es bis zur High-School-Mannschaft im Football schaffen. Und dann wundert man sich, dass Leute mit Schuhgröße 52, mit Nussknacker-Kinnladen und Zahnspangen herumlaufen.“
netdoktor.de („Dopingspiele: Am Tag X blitzsauber“), 30. August 2004 www.netdoktor.de/Magazin/Dopingspiele-Am-Tag-X-blitzsau-4279.html	„Kiefer wie Baggerschaukeln [...] „Man muss sich doch nur mal umschaun“, sagt eine Weitspringerin, die zum ersten Mal bei Olympischen Spielen dabei ist. „Es gibt Merkmale, die kann man einfach nicht übersehen“, stellt sie fest und meint Kiefer, die so ausladend wachsen, dass erwachsene Sportlerinnen wieder Zahnspangen tragen; [...]“
Deutsche Sportjugend im Deutschen Sportbund e.V [7] http://213.188.99.34/downloads/Publikationen/SportohneDoping.pdf	Gesundheitsrisiko: „Vergrößerung der Extremitäten (besonders des Kiefers – Zahnspangen bei erwachsenen Athletinnen und Athleten)“
Renneberg und Reich (2004) [19] http://books.google.ch/books?id=A1Y5yqZet1QC&printsec=frontcover&q=Liebling,+du+hast+die+Katze+geklont!:+Biotechnologie+im+Alltag&source=bl&ots=POdCkNOLBi&sig=DHG0tXaNDhrr03pFyZtiM0LD2nA&hl=de&ei=W3o0TKPEFc6hsQad_dHNBA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CUBUQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false	„Der deutsche »Doping-Papst« Professor Werner W. Franke konstatierte kopfschüttelnd bei den Leichtathletik-Weltmeisterschaften in Paris 2003: »Diese WM war ein Festival der Zahnspangenträger. Auch Marion Jones, jetzt wieder aktiv, trug einst Zahnspangen. Die sind ein sicheres Anzeichen dafür, dass menschliches Wachstumshormon genommen wird: Es wächst die Kinnlade, es wachsen die Kiefer, und das führt zu einem Zahnüberstand, wie er als Fehlbildung bei Kindern vorkommt. Zahnspangen weisen eindeutig auf Hormonmissbrauch hin.«“
Süddeutsche Zeitung („Wachstumshormon Der Kraftschub“), 6. Juli 2007 www.sueddeutsche.de/gesundheit/900/379705/text/	„Typisch für Doping mit Wachstumshormon ist eine neu entstehende Lücke zwischen den oberen Schneidezähnen, die Sportler oft mit Zahnspangen zu kaschieren versuchen. Der Leichtathlet Carl Lewis trug mit Anfang 30 plötzlich eine.“
Mannheimer Morgen („Wachstumshormon: kaum nachweisbar“), 17. Juli 2007 www.morgenweb.de/nachrichten/dritte_seite/Doping/20070717_srv0000001105147.html	„Außerdem verändern diese Hormone das Erscheinungsbild des Dopers, denn der komplette Körper wächst mit: zu sehen an der Nase, dem Kiefer, den Händen und den Füßen. Wenn ein erwachsener Athlet plötzlich mit Zahnspange auftaucht, ist Misstrauen angebracht. Gleiches gilt für Sportler, die zu jeder neuen Saison neue Schuhe mit einer anderen Größe benötigen.“
Pharmazeutische Zeitung online („Erst gepusht, dann verpfuscht“), Ausgabe 12/2007 www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?type=0&id=2795	„So kann es auch an unerwünschten Stellen zum Muskelwachstum kommen, zum Beispiel am Kiefer. Da die Zähne allerdings nicht mitwachsen, entstehen so mehr oder weniger gleichmäßige Zahnlücken.“

Fortsetzung Seite 379

>> **Table 1** (continued)

Source	Quotation
Stuttgarter Nachrichten ("Fahnder laufen den Doping-Sündern hinterher"), 18 July 2008 http://content.stuttgarter-nachrichten.de/stn/page/1765215_0_2147_wertlose-rekorde-fahnder-laufen-den-doping-suendern-hinterher.html	"About ten years ago, far too few people were wondering about US sprinters at the tender age of 35 and 36 suddenly wearing braces. The reason: as a result of hormone doping, their jaws started growing again and their teeth became loose."
dradio.de ("Olympiasiegerin mit Zahnspange"), 17 August 2008 www.dradio.de/aktuell/833415/	"It is not just the wondrous step-up of more than half a second that makes Fraser suspicious. The young woman is wearing braces – and in the industry that counts as an unmistakable sign of the use of growth hormones."
spiegel online ("Ein Bolt für alle Fälle"), 20 August 2008 www.spiegel.de/sport/sonst/0,1518,573359,00.html	"Shelly-Ann Fraser (21) and Melanie Walker (25) are incidentally wearing splendid braces. This is not proof of dodgy practices, but in the business it is seen as an indication that growth hormones might have had a helping hand, although they cannot be detected by doping analysts."
stern.de ("Sprint-Wunder Usain Bolt: Zu schnell, um wahr zu sein"), 22 August 2008 www.stern.de/olympia2008/aktuelles/sprint-wunder-usain-bolt-zu-schnell-um-wahr-zu-sein-635547.html	"That is why she wears braces. Shelly-Ann Fraser, the 100-meter winner, also wears braces. Too many athletes in recent years have been wearing dental braces who have later been found to have been doping with growth hormones, such as Marion Jones."
Neue Zürcher Zeitung ("Doping-Spuren aus Jamaica. Zwei Olympiateilnehmer sollen Wachstumshormone besorgt haben"), 5 September 2008 www.nzz.ch/nachrichten/sport/aktuell/doping-spuren_aus_jamaica_1.823956.html	"Shelly-Ann Fraser performed all the more impressively over 100 meters and Melanie Walker over 400-meter hurdles. Both greatly improved their personal best times and stormed to gold. And both were wearing braces. One side effect of growth hormones is that the jaw grows and the teeth no longer hold properly."
Swiss Radio DRS ("Wachstumshormone"), (undated) www.drs.ch/www/de/drs/nachrichten/sport/die-substanzen-im-ueberblick/83661.83666.wachstumshormone.html	"Indeed, lots of braces-wearing athletes have raised suspicions that growth hormones are being taken."
Focus Magazin ("Interview mit Ines Geipel Neue Galaxien bewundern?"), No. 35/2009 www.focus.de/sport/mehrsport/interview-mit-ines-geipel-neue-galaxien-bewundern_aid_428695.html	FOCUS in conversation with the former East German top sportswoman Ines Geipel "FOCUS: The Jamaican 100-meter world champion Shelly-Ann Fraser wears braces and has no visible bust. Experts say growth hormones cause the jaws to grow and banned hormones cause secondary sexual characteristics to shrink. Geipel: If you take seriously what is being said by people in the know – such as cyclists confessing their guilt and witnesses to the US doping trial against the brains behind the steroid designers Balco – that nine out of ten athletes are taking growth hormones, it makes you more than suspicious whenever you see braces."
team2012.at ("Krise für Zahnspangen-Industrie? Wachstumshormon-Doping erstmals nachgewiesen"), 22 February 2010 http://www.team2012.at/index.php?option=com_content&view=article&id=226:222-wachstumshormondoping-erstmal-nachgewiesen	"Of course, it is a harsh blow for the dental braces industry and cell-phone providers, who might earn less in HGH orders by SMS, fridge producers because fewer growth hormones need to be stored and doctors who can no longer earn so much from treating the side effects."
sportschau.de ("Doping mit Wachstumshormonen ist erstmals nachgewiesen worden. Zumindest ein Fortschritt"), 23 February 2010 www.sportschau.de/sp/weitere/news201002/23/hgh.jsp	"How long has doping with HGH been going on? There has been speculation about it for decades. Athletes with braces or new shoe sizes over the age of 20 are clues. No experts doubt that there is and has been doping with HGH. It is just the proof that has been lacking."
Süddeutsche Zeitung ("Olympia: Doping Ein alter Hut"), 24 February 2010 www.sueddeutsche.de/sport/olympia-doping-ein-alter-hut-1.1398	"...; the time is long past that braces-wearer Carl Lewis and his braces-wearing running buddies from Santa Monica stirred up the sports world."

>> **Tabelle 1** (Fortsetzung)

Quelle	Zitat
<p>Stuttgarter Nachrichten („Fahnder laufen den Doping-Sündern hinterher“), 18. Juli 2008 http://content.stuttgarter-nachrichten.de/stn/page/1765215_0_2147_wertlose-rekorde-fahnder-laufen-den-doping-suendern-hinterher.html</p>	<p>„Vor etwa zehn Jahren wunderten sich viel zu wenige darüber, dass US-Sprinter im zarten Alter von 35, 36 Jahren plötzlich Zahnspangen trugen. Der Grund: Durch Hormondoping begannen auch die Kiefer wieder zu wachsen und lockerten sich die Zähne.“</p>
<p>dradio.de („Olympiasiegerin mit Zahnspange“), 17. August 2008 www.dradio.de/aktuell/833415/</p>	<p>„Nicht nur die wundersame Steigerung von mehr als einer halben Sekunde macht Fraser verdächtig. Die junge Frau trägt eine Zahnspange – und das gilt in der Branche als untrügliches Zeichen für den Einsatz von Wachstumshormonen.“</p>
<p>spiegel online („Ein Bolt für alle Fälle“), 20. August 2008 www.spiegel.de/sport/sonst/0,1518,573359,00.html</p>	<p>„Shelly-Ann Fraser (21) und Melaine Walker (25) tragen übrigens blitzende Zahnspangen. Das ist kein Beweis für unsaubere Machenschaften, gilt in der Branche indes als Indiz dafür, dass möglicherweise mit Wachstumshormonen nachgeholfen wurde, die von den Dopinganalytikern nicht nachgewiesen werden können.“</p>
<p>stern.de („Sprint-Wunder Usain Bolt: Zu schnell, um wahr zu sein“), 22. August 2008 www.stern.de/olympia2008/aktuelles/sprint-wunder-usain-bolt-zu-schnell-um-wahr-zu-sein-635547.html</p>	<p>„Dafür trägt sie eine Zahnspange. Auch Shelly-Ann Fraser, die Siegerin über 100 Meter, trägt eine Zahnspange. Zu viele Sportler in den letzten Jahren trugen eine Zahnspange, von denen man später erfuhr, sie hatten mit Wachstumshormonen gedopt, etwa Marion Jones.“</p>
<p>Neue Zürcher Zeitung („Doping-Spuren aus Jamaica. Zwei Olympiateilnehmer sollen Wachstumshormone besorgt haben“), 5. September 2008 www.nzz.ch/nachrichten/sport/aktuell/doping-spuren_aus_jamaica_1.823956.html</p>	<p>„Umso eindrücklicher traten etwa Shelly-Ann Fraser über 100 m und Melanie Walker über 400 m Hürden auf. Beide verbesserten ihre Bestzeiten gewaltig und stürmten zu Gold. Und beide trugen Zahnspangen. Eine Nebenwirkung von Wachstumshormonen ist, dass der Kiefer wächst und die Zähne nicht mehr richtig halten.“</p>
<p>Schweizer Radio DRS („Wachstumshormone“), (ohne Datum) www.drs.ch/www/de/drs/nachrichten/sport/die-substanzen-im-ueberblick/83661.83666.wachstumshormone.html</p>	<p>„Allerdings wird wegen vieler Zahnspangen tragender AthlethInnen vermutet, dass Wachstumshormone eingenommen werden.“</p>
<p>Focus Magazin („Interview mit Ines Geipel „Neue Galaxien bewundern?“), Nr. 35/2009 www.focus.de/sport/mehrsport/interview-mit-ines-geipel-neue-galaxien-bewundern_aid_428695.html</p>	<p>FOCUS im Gespräch mit der früheren DDR-Leistungssportlerin Ines Geipel „FOCUS: Die jamaikanische 100-Meter-Weltmeisterin Shelly-Ann Fraser trägt Zahnspange und hat keine sichtbare Oberweite. Experten sagen, dass Wachstumshormone die Kiefer wachsen und verbotene Hormone sekundäre Geschlechtsmerkmale schrumpfen lassen. Geipel: Wenn man die Szeneleute ernst nimmt wie geständige Radfahrer oder Zeugen im US-Dopingprozess gegen die Drahtzieher der Steroid-Designer-Firma Balco, die sagen, neun von zehn Athleten nehmen Wachstumshormone, dann macht es schon mehr als stutzig, wenn man Zahnspangen sieht.“</p>
<p>team2012.at („Krise für Zahnspangen-Industrie? Wachstumshormon-Doping erstmals nachgewiesen“), 22. Februar 2010 http://www.team2012.at/index.php?option=com_content&view=article&id=226:222-wachstumshormondoping-erstmals-nachgewiesen</p>	<p>„Das ist natürlich ein herber Rückschlag für die Zahnspangen-Industrie und Handy-Provider, die nun weniger an HGH-Bestellungen per SMS verdienen könnten, Kühlschranksproduzenten, weil weniger Wachstumshormone gelagert werden müssen und die Mediziner, die an der Behandlung der Nebenwirkungen nicht mehr soviel verdienen werden.“</p>
<p>sportschau.de („Doping mit Wachstumshormonen ist erstmals nachgewiesen worden. Zumindest ein Fortschritt“), 23. Februar 2010 www.sportschau.de/sp/weitere/news201002/23/hgh.jsp</p>	<p>„Wie lange wird schon mit HGH gedopt? Spekulationen darüber gibt es seit Jahrzehnten. Athleten mit Zahnspangen oder neue Schuhgrößen im Alter von mehr als 20 Jahren sind Indizien. Dass es das Doping mit HGH gab und gibt, bezweifelt kein Experte. Allein an der Beweisführung mangelte es.“</p>
<p>Süddeutsche Zeitung („Olympia: Doping Ein alter Hut“), 24. Februar 2010 www.sueddeutsche.de/sport/olympia-doping-ein-alter-hut-1.1398</p>	<p>„...; längst vorbei, dass Zahnspangenträger Carl Lewis und seine Zahnspangen tragenden Laufkumpels aus Santa Monica die Sportwelt aufmischten.“</p>

Table 2. Results of a PubMed search for connections between doping in sports, growth hormones and orthodontic treatment (last updated: 10 September 2010).

Tabelle 2. Ergebnisse einer PubMed-Recherche nach Zusammenhängen zwischen Doping im Sport bzw. Wachstumshormonen und kieferorthopädischer Behandlung (letzte Aktualisierung: 10. September 2010).

PubMed search	Hits	Relevant hits
„Doping in Sports“[Mesh] AND („Orthodontics“[Mesh] OR „Orthodontics, Corrective“[Mesh])	1	0
„Growth Hormone“[Mesh] AND („Orthodontics“[Mesh] OR „Orthodontics, Corrective“[Mesh])	8	0

substance are presented in detail, but growth hormones are not included (as opposed to anabolic steroids) [17].

In marked contrast to the silence in the dental and medical literature, the lay press has already been reporting continuously on this subject as early as the second half of the 1990s. The hypothesis almost unanimously expressed is that the dental braces being worn by a few competitive athletes should be considered as associated with the illegal intake of rhGH: via the stimulation of jaw growth, interdental spaces

Diskussion

Die zahnärztliche bzw. kieferorthopädische Fachliteratur hat sich bislang nicht erkennbar mit der Thematik eines möglichen Zusammenhangs zwischen der Zufuhr von rhGH, Zahnlücken und kieferorthopädischer Regulierung beschäftigt. Beispielhaft für diesen Befund steht ein zahnmedizinischer Fachartikel, der sich mit dem Abusus von Substanzen bei Heranwachsenden und ihrer Bedeutung für die kieferorthopädische Praxis beschäftigt: Neun Stoffklassen werden ausführlich dargestellt, Wachstumshormone sind (im Gegensatz zu anabolen Steroiden) nicht darunter [17].

In deutlichem Kontrast zu dem Schweigen in der (zahn)medizinischen Fachliteratur berichtet die Laienpresse bereits seit der zweiten Hälfte der 1990er Jahre kontinuierlich über dieses Thema. Sie vertritt so gut wie einhellig die Hypothese, dass die bei einigen Leistungssportlern beobachteten Zahnspangen in Zusammenhang mit illegaler rhGH-Einnahme zu sehen sind: Über Stimulation des Kieferwachstums bilden sich Zahnlücken, welche von (eitlen) Sportlern mittels kieferorthopädischer Behandlung geschlossen werden. Der vorhandene Gegensatz zwischen Fach- und Laienpresse ist bemerkenswert, weil er eine Umkehrung des üblichen Wissenschaftsjournalismus darstellt, welcher normalerweise publizierte Informationen und Neuigkeiten aus der Welt der Wissenschaft für ein Laienpublikum aufbereitet [14].

Table 3. Results of Google search for “natural” reasons for competitive athletes wearing an orthodontic multibracket appliance (last accessed: 10 September 2010).

Source	Quotation
NZZ Online (“Zahnspangen – kein starkes Indiz für Doping”), 28 August 2009 www.nzz.ch/nachrichten/sport/aktuell/ich_wollte_da_rauskommen_1.3432961.html	“Thus, the mandible grows naturally through to the 22nd or 23rd year of life, three to four years longer than the maxilla. In people with a pronounced horizontal growth pattern of genetic origin, this imbalance can lead to malocclusions requiring correction in adulthood.”
	“Because very high doses would have to be administered to cause a growth spurt in the jaw. That would also enlarge hands, feet, chin, and nose. This kind of acromegaly can be seen in diseases involving increased production of growth hormone.”

Tabelle 3. Ergebnisse der Google-Recherche nach „natürlichen“ Gründen für das Tragen einer Multibandapparat bei Leistungssportlern (letzter Zugriff: 10. September 2010).

Quelle	Zitat
NZZ Online („Zahnspangen – kein starkes Indiz für Doping“), 28. August 2009 www.nzz.ch/nachrichten/sport/aktuell/ich_wollte_da_rauskommen_1.3432961.html	„So wachse der Unterkiefer natürlicherweise bis ins 22. oder 23. Lebensjahr, drei bis vier Jahre länger als der Oberkiefer. Bei Personen mit – genetisch bedingtem – stark horizontalem Wachstumsmuster könne dieses Ungleichgewicht im Erwachsenenalter zu korrekturbedürftigen Zahnfehlstellungen führen.“
	„Denn um im Kiefer einen Wachstumsschub auszulösen, müssten sehr hohe Dosen verabreicht werden. Das würde auch Hände, Füße, Kinn und Nase vergrössern. Eine solche Akromegalie kennt man bei Krankheiten, die mit einer erhöhten Wachstumshormon-Produktion einhergehen.“

form which (vain) athletes attempt to have closed by orthodontic treatment. The current contrast between the specialist and lay press is notable because it is a reversal of the status quo, in which the lay press usually reworks for the general public information and news first appearing in scientific publications [14].

As an alternative to the assumptions expressed in the lay press, there are some feasible hypotheses that may explain why the orthodontic treatment aids visibly worn by a few competitive athletes are not at all due to any illegal use of performance-enhancing rhGH.

For instance, it is entirely possible that the athletes concerned already had esthetically unacceptable occlusions at the start of their sporting career. As successful athletes are in the limelight and often earn a good income, they can afford orthodontic treatment. This was suggested during a doping case in July 2010: "Shelly-Ann Fraser has major problems with her teeth and has been wearing braces for years. [...] When asked about this, she said a few weeks ago that her incisors had grown backwards because of thumb-sucking in her childhood. When Stephen Francis included her in his running group in 2006, she asked him to make it possible for her to get orthodontic treatment, which her single mother would never have been able to afford. 'To do that, you've got to win', he reportedly said and put up the money for the treatment in advance." [18].

Other reasons for orthodontic correction unrelated to doping concern ongoing natural growth of the mandible and the evidence that doping-associated jaw growth would require high doses of rhGH (Table 3).

Large jaws certainly do correlate with good physical performance: they simply let "more air through". It is, therefore, more difficult to imagine someone with Angle Class II malocclusion and a constricted jaw being a decathlon winner (are there any?) than someone with a large oral, nasal and nasopharyngeal cavity. The artificial influence of hormones would be expected to affect both jaws, so that isolated mandibular prognathism would not be a straightforward indication of doping. Growth can indeed be seen persisting into the third decade of life (hence until the early twenties) in patients with mandibular prognathism.

The extent to which the use of rhHG leads to severe dysgnathic changes definitely depends on the individual geometry of each athlete's skull: it depends on the facial type: horizontal or vertical growth may be more pronounced. The latter would result in an anterior open bite. However, extreme changes of this kind cannot be corrected by purely orthodontic means. Instead, skeletal deviations often require a combined orthodontic and maxillofacial surgical approach. This raises the question of whether athletes are willing to resort to doping and to undergo these surgical interventions.

The clinical picture of acromegaly artificially induced by the use of rhGH is entirely comprehensible. However, this would affect not only the bony structures but all the soft tis-

Als Alternativen zu den geäußerten Annahmen in der Laienpresse sind Erklärungen denkbar, die darauf abzielen, dass die bei einigen Leistungssportlern sichtbaren kieferorthopädischen Behandlungsmittel keineswegs durch eine illegale, leistungsfördernde rhGH-Einnahme zustande gekommen sind.

So ist es beispielsweise durchaus möglich, dass die betreffenden Sportler bereits zu Beginn ihrer sportlichen Karriere ästhetisch störende Zahnstellungen aufwiesen. Da erfolgreiche Sportler im Rampenlicht stehen und zu Vermögen gekommen sind, verfügen sie über die finanziellen Mittel, sich eine kieferorthopädische Behandlung leisten zu können. Diese Annahme wurde auch im Zuge eines Dopingfalls im Juli 2010 vorgebracht: „Shelly-Ann Fraser hat große Probleme mit ihren Zähnen und trägt seit Jahren eine Klammer. [...] Darauf angesprochen, erzählte sie vor wenigen Wochen, durch Daumenlutschen in ihrer Kindheit seien ihre Schneidezähne nach hinten gewachsen. Als Stephen Francis sie 2006 in seine Laufgruppe aufnahm, bat sie ihn, ihr eine kieferorthopädische Behandlung zu ermöglichen, wie sie ihre alleinerziehende Mutter niemals hätte bezahlen können. ‚Dafür musst du siegen‘, habe dieser gesagt und das Geld für die Behandlung vorgestreckt.“ [18].

Weitere dopingunabhängige Gründe für die kieferorthopädischen Korrekturen beziehen sich auf anhaltendes natürliches Wachstum des Unterkiefers sowie auf den Hinweis, dass dopingassoziiertes Kieferwachstum hohe Dosierungen von rhGH erfordert (Tabelle 3).

Große Kiefer sind bestimmt mit guter körperlicher Leistung assoziiert: Es geht einfach „mehr Luft durch“. Eine Person mit einer Dysgnathie der Angle-Klasse II und Schmal kiefer ist daher schwerer als Sieger im Zehnkampf vorstellbar (gibt es einen?) als jemand mit einem großen Mund-, Nasen- und Nasenrachenraum. Der künstliche Einfluss von Hormonen sollte beide Kiefer betreffen, so dass eine isolierte mandibuläre Prognathie nicht ein einfaches Indiz für die Dopinggabe wäre. Bei Patienten mit mandibulärer Prognathie wird allerdings beobachtet, dass das Wachstum durchaus noch im 3. Lebensjahrzehnt andauern kann (also mit Anfang 20).

In welchem Maße die Verwendung von rhHG zu stark dysgnathen Veränderungen führt, hängt sicher auch von der individuellen Geometrie des Schädels des Sportlers ab: Je nach Gesichtstyp könnte sich das horizontale oder das vertikale Wachstum deutlicher zeigen. Bei Letzterem käme es zu einem frontal offenen Biss. Die Korrektur von extremen Veränderungen dieser Art ist allerdings nicht mehr nur rein kieferorthopädisch möglich. Vielmehr bedürfen skelettale Abweichungen oft eines kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Ansatzes. Es stellt sich daher die Frage, ob sich Sportler nicht nur dem Doping, sondern dann auch noch diesen chirurgischen Operationen unterwerfen.

Gut nachvollziehbar wäre das künstlich ausgelöste Krankheitsbild der Akromegalie bei der Gabe von rhGH.

sues as well. Therefore, gaps between the teeth cannot be attributed purely to growth of the skeletal base, but also to the influence of the tongue which is becoming larger and larger, so that the mesial drift of the teeth fails to compensate for the space formation. Given the high physical and mental strains involved in training, we can also assume that certain habits, such as tongue thrusting, have an additional detrimental effect on tooth spacing.

Conclusion

A definitive assessment of this issue is not possible at present. In view of the major importance of this subject to several specialties (e.g. dentistry, sports science, medical ethics), our article is thus intended primarily to give impetus for more in-depth research into these relationships.

References

1. Bernardin J, Kohler B. Der Arzneimittelmisbrauch im Breitensport. Dtsch Med Wochenschr 2010;135:522–6.
2. Beuker F. Veränderungen an Haut und Anhangsorganen durch Missbrauch anaboler Steroide an Sportlern. Haut 1992;3:6–15.
3. Bidlingmaier M, Strasburger CJ. Growth hormone. Handb Exp Pharmacol 2010;187–200.
4. Birzniece V, Nelson AE, Ho KK. Growth hormone administration: is it safe and effective for athletic performance. Endocrinol Metab Clin North Am 2010;39:11–23, vii.
5. Calfee R, Fadale P. Popular ergogenic drugs and supplements in young athletes. Pediatrics 2006;117:e577–89.
6. Chanson P, Salenave S. Acromegaly. Orphanet J Rare Dis 2008;3:17.
7. Deutsche Sportjugend im Deutschen Sportbund e.V.: Sport ohne Doping. Argumente und Entscheidungshilfen für junge Sportlerinnen und Sportler und Verantwortliche in deren Umfeld; Frankfurt am Main: Deutsche Sportjugend, 2004:49.
8. Ehrnborg C, Rosen T. The psychology behind doping in sport. Growth Horm IGF Res 2009;19:285–7.
9. Gunkel J. Die Bodybuilding-Show der Leichtathletik [Leserbrief]. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 25.08.2009
10. Holt RI. Detecting growth hormone abuse in athletes. Drug Test Anal 2009 1:426–33.
11. Kamber M, Mullis P-E. Doping im Jugendalter. Ther Umsch 2007;64:83–9.
12. Kann PH. Wachstumshormontherapie beim Erwachsenen. Internist (Berl) 2005;46:1047–52.
13. Kistner T, Weinreich J. Muskelspiele: ein Abgesang auf Olympia. Berlin: Rowohlt, 1996:185.
14. Lehmkuhl M. Typen des Wissenschaftsjournalismus. In: Hettwer H, Lehmkuhl M, Wormer H, Zotta F, Hrsg. WissensWelten: Wissenschaftsjournalismus in Theorie und Praxis. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung, 2008:176–96.
15. Lünsch H. Anabolika-Missbrauch anders nachweisen. Balingen: Spitta, 2001.

Hier sind aber nicht nur die knöchernen Strukturen, sondern auch alle Weichgewebe betroffen. Daher wäre eine lückige Zahnstellung nicht allein auf das Wachstum der skelettalen Basis zurückzuführen, sondern auch auf den Einfluss der immer größer werdenden Zunge, so dass die Mesialdrift der Zähne die Lückenbildung dann nicht kompensieren kann. Bei den hohen physischen und psychischen Beanspruchungen im Training kann ferner davon ausgegangen werden, dass bestimmte Habits wie Zungenpressen eine zusätzliche nachteilige Wirkung auf die Zahnstellung entfalten.

Schlussfolgerung

Eine abschließende Bewertung der Sachlage ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich. Aufgrund der großen Bedeutung dieser Thematik für viele Fachbereiche (z. B. Zahnmedizin, Sportwissenschaft, Medizinethik) soll unser Beitrag daher in erster Linie als Anregung dienen, die dargestellten Zusammenhänge genauer zu erforschen.

16. Macintyre JG. Growth hormone and athletes. Sports Med 1987; 4:129–42.
17. Neeley WW, 2nd, Klumper GT, Hays LR. Psychiatry in orthodontics. Part 2: Substance abuse among adolescents and its relevance to orthodontic practice. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:185–93.
18. Reinsch M. Mehr als nur Zahnschmerzen. Shelly-Ann Fraser positiv getestet. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 10.07.2010
19. Renneberg R, Reich J. Liebling, Du hast die Katze geklont. Biotechnologie im Alltag. Weinheim: Wiley VCH, 2004:86.
20. Rogol AD. Drugs to enhance athletic performance in the adolescent. Semin Adolesc Med 1985;1:317–24.
21. Rogol AD. Drugs of abuse and the adolescent athlete. Ital J Pediatr 2010;36:19.
22. Segura J, Gutierrez-Gallego R, Ventura R, et al. Growth hormone in sport: beyond Beijing 2008. Ther Drug Monit 2009;31:3–13.
23. Singler A, Treutlein G. Doping im Spitzensport: Sportwissenschaftliche Analysen zur nationalen und internationalen Leistungsentwicklung. 4. Aufl. Aachen: Meyer & Meyer, 2007.

Correspondence Address

Prof. Dr. Jens C. Türp
 Klinik für Rekonstruktive Zahnmedizin und Myoarthropathien
 Universitätskliniken für Zahnmedizin
 Hebelstr. 3
 4056 Basel
 Switzerland
 Phone: (+41/61) 26726-36, Fax: -60
 e-mail: jens.tuerp@unibas.ch