



Zurich Forum for Applied  
**Sport Sciences**

Zurich Forum for Applied  
**Sport Sciences**

ETH Zürich - 1. September 2011

# Protokoll Diskussion

## Organisatoren



exersciences



Swissbiomechanics

## Hauptpatronate



SportClinic Zürich



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

ETH Zürich

## Subpatronate



Sart



Fimex



SGSM SSMS



smith & nephew



idrag



Navotec



### Dr. Marco Toigo, The Science of Pumping Iron

1. *Hat das Krafttraining/Hypertrophie auch einen Einfluss auf die Propriozeption des Muskel-Sehnen-Komplexes?*

Es ist klar, dass Kraft- resp. Hypertrophietraining auch Anpassungen in den Sehnen hervorruft. So nimmt beim Training die Kollagensyntheserate in der Patellarsehne parallel zum Anstieg der Muskelproteinsyntheserate in den Oberschenkelmuskeln zu. Wahrscheinlich sind diese Anpassungen auch von der Übungsausführung (schnell, langsam etc.) abhängig. Ob und wie das die Propriozeption beeinflusst, ist unklar.

2. *Ist es möglich, auch in einem Circuit Training mit zwischenzeitlicher Ausdauer Belastung Hypertrophie Training zu betreiben?*

Für ein optimales Hypertrophietraining sollte kein übermässiger Energiestress im selben Muskel induziert werden, weil sonst der sogenannte Interferenz-Effekt auftreten kann. D.h., wenn ein und derselbe Muskel innerhalb von Minuten oder ein paar Stunden ein Kraft- und Ausdauertraining erfährt, ist die Aktivierung des Muskelwachstumsprozesses im Vergleich zum Krafttraining allein gebremst. Wichtig ist, das Ziel des Trainings genau zu definieren, dann kann unter Umständen ein Circuit Training sinnvoll sein.

3. *Freigewichte oder Maschinen*

Für ein effektives und sicheres Hypertrophietraining sollte das Trainingsgerät eine tonische Aktivierung der motorischen Einheiten zulassen. Je nach Muskellänge kann unterschiedlich viel Kraft generiert resp. je nach Gelenkwinkel unterschiedlich viel Drehmoment produziert werden (Kraft-Längen-Relation resp. Drehmoment-Winkel-Relation). Geräte mit exzentrischer Kurvenscheibe können diese Unterschiede ausgleichen, sodass „Sticky Points“ weitgehend eliminiert werden. Der Muskel kann hiermit eher besser angereizt werden.

4. *Kann eine Kniebeuge bis 90 Grad optimal die Muskelschlinge für das Radfahren trainieren (Triathlon)?*

Die durch das Krafttraining hervorgerufenen neuronalen Effekte sind bewegungsspezifisch, d.h. bei der Kniebeuge „lernt“ man primär, beide Beine und Hüften zeitgleich im der vorgegebenen Bewegungsausmass zu strecken – es ist daher neuronal kaum ein Übertrag vom Bein Strecken an der Maschine zur Tretbewegung beim Radfahren zu erwarten. Umgekehrt wird

aber sicher ein Teil der Muskelfasern, die bei der Beinpresse trainiert werden auch beim Radfahren eingesetzt. Daher sind die muskulären Trainingseffekte im Unterschied zu den neuronalen Trainingseffekten übertragbarer.

Die Annahme, dass die Kniebeugen nur bis 90 Grad Beugung gehen sollen, hat rein traditionelle Hintergründe und ist falsch. Je kleiner der Winkel, desto



grösser wird die Kniegelenksfläche, über welche die Kraft übertragen werden kann. Sofern der Athlet keine orthopädischen Probleme (z.B. Rückenprobleme) aufweist und die Übung anatomisch korrekt ausführt, kann er über alle Winkel die Kniebeugen durchführen.

5. *Konzentrisch, exzentrisch, explosiv, maximal – Was macht wann Sinn für Ausdauer Sportler für eine Wettkampfbelastung von 2-10 Stunden?*

Welches die effizienteste Trainingsmethode ist, wurde bisher noch nicht ausführlich untersucht. Man weiss jedoch, dass beim explosiven Training die motorischen Einheiten nur phasisch rekrutiert werden und somit die Ausdauerleistung dadurch kaum gesteigert wird. Das Krafttraining an sich fördert jedoch die Fähigkeit länger bei einer Leistung resp. Geschwindigkeit zu fahren/laufen, die über der kritischen Leistung resp. Geschwindigkeit liegt („roter Bereich“). Richtig ausgeführtes Krafttraining kann daher die Ausdauerkapazität positiv beeinflussen und sollte von Ausdauerathleten bei der Trainingsplanung mehr berücksichtigt werden.

6. *Wann beginnt der Aufbau der Muskulatur in Folge Krafttraining?*

Die Aktivierung des Muskelwachstumsprozesses geschieht unmittelbar beim Training, bis jedoch äusserlich etwas sichtbar wird, dauert es selbstverständlich länger.

7. *Schwimmspezifische Krafttrainings, was macht Sinn?*

Ein Hypertrophietraining ist grundsätzlich nicht bewegungsspezifisch, während neuronale Aspekte vorzugsweise innerhalb einer Sportart trainiert werden sollen. Was sportartspezifisches Krafttraining bewirkt, ist kaum untersucht, weil die Messmethoden im Feld meist problematisch sind.

8. *Spielt es beim Training der Maximalkraft eine Rolle, wie viele Serien und wie viele Wiederholungen in einem Durchgang ausgeführt werden müssen?*

Die MAXIMALE willkürliche Kraft kann beim Erwachsenen wahrscheinlich nicht trainiert werden, da die MAXIMALE Kraft, die auf den Knochen eingeleitet werden (darf), von der Gelenksfläche abhängt und diese ist nach Abschluss der Pubertät wahrscheinlich determiniert.

Für einen starken Anstieg der Muskelproteinsynthese ist erstens eine möglichst komplette Rekrutierung von motorischen Einheiten erforderlich und zweitens eine tonische Aktivität der aktivierten motorischen Einheiten über einen Zeitraum, der zur Erschöpfung der schnellsten motorischen Einheiten (Typ FF) führt. Als Anhaltspunkt kann man sagen: Training bis zur absoluten Erschöpfung mit einer maximalen Spannungsdauer



von ca.1-3 min. Der Bewegungsrhythmus sollte dabei langsam sein und es ist darauf zu achten, dass während des gesamten Satzes die Muskelspannung als Funktion des Kontraktionsmodus nicht abfällt.

9. *Ist im Anschluss an das Krafttraining ein Stretching sinnvoll?*

Die Frage ist, wozu? Für die Längen Anpassung sind Kontraktionen bei langer Muskellänge erforderlich. Wird im Krafttraining über das vollständige individuelle Bewegungsausmass trainiert, ist dies gegeben und somit erübrigt sich ein spezielles Stretching für die trainierten Muskeln.

10. *Sollen Proteine direkt nach dem Training eingenommen werden?*

Ja, unmittelbar im Anschluss ans Training.

### **Umberto Emanuele, Die Leistungs-Trittfrequenz-Relation im Radsport**

1. *Wie wirkt sich die Vorermüdung im Training auf die Trittfrequenz aus?*

Durch die Ermüdung nimmt die Leistung ab, weil der Anteil der internen Leistung zunimmt, somit nimmt auch die Trittfrequenz ab. Die optimale Trittfrequenz erniedrigt sich jedoch über verschiedene Mechanismen.

2. *Dasselbe in den verschiedenen Phasen eines Aufbaus in 6-9 Monaten?*

Aufgrund der erhöhten Leistung und der verbesserten Koordination wird die optimale Trittfrequenz gesteigert. Dies bedeutet, dass es weniger Co-Kontraktionen gibt und die interne Leistung minimiert ist.

3. *Unterschiedliche Sitzposition Triathlon/Radfahren?*

Die Position des Oberkörpers hat einen Einfluss auf die Leistung, nicht aber auf die Trittfrequenz. Die Sattelposition hat keinen Einfluss auf die Trittfrequenz.

4. *Was sind die Unterschiede Rennvelo versus Mountainbike?*

Die höhere Geschwindigkeit beim Rennvelo widerspiegelt sich in einer höheren Trittfrequenz.



5. *Gibt es Indikatoren, aufgrund deren man voraussagen kann, welche Radfahrer von hohen Trittfrequenzen am Berg profitieren und à la Lance Armstrong am Berg fahren sollten, d.h. die gewohnte Trittfrequenz am Berg bewusst höher wählen sollten und viele Trainings so absolvieren sollten?*

Grundsätzlich kann man sagen, je kleiner die Schwabbelmasse, desto kleiner die Leistung und desto höhere Trittfrequenzen resultieren. Im Training macht es Sinn, hohe Trittfrequenzen zu fahren, damit die Koordination verbessert werden kann (gleichzeitig wird auch die interne Leistung minimiert). Es macht jedoch keinen Sinn, Trittfrequenzen von Profis zu kopieren. Es gibt individuelle Unterschiede bezüglich der Trittfrequenz bei Untrainierten sowie bei den Profis.

6. *Welchen Einfluss hat der runde Tritt, vor allem das Hochziehen des Beines, auf die Leistung und andere Merkmale (Watt, Geschwindigkeit, Distanz, Herzfrequenz)?*

Man weiss, dass beim Hochziehen der Wirkungsgrad erniedrigt ist, für den Einfluss auf die Leistung hat die Literatur bisher keine Antwort.

7. *Welchen Einfluss hat eine aufrechtere Position?*

Die Kraft-Längen-Relation verbessert sich, je aufrechter die Position. Dies resultiert in einer höheren Leistung.

8. *Was war die logische Basis beim Testen, nur Leistungen unterhalb der Schwelle anzuschauen?*

Daten von Sprint Belastungen (maximal) existieren bereits, deshalb wurden submaximale Leistungen (bei der 2. ventilatorischen Schwelle) verwendet, damit die Trittfrequenzen verglichen werden können.

9. *Ausdauerathleten haben eine verbesserte anaerobe Schwelle, wie sieht da die Leistungs-Frequenzkurve aus und hat die Zusammensetzung der Fasertypen einen Einfluss?*

Die Fasertypusverteilung bleibt gleich, die Kurve jedoch verschiebt sich nach rechts, d.h. die Leistung sowie die Trittfrequenz sind erhöht.

10. *Welchen Einfluss hat die Stellung des Unterschenkels?*

Bei gleichbleibendem Winkel (senkrechte Stellung) kann die Kraft besser übertragen werden. Hierzu gibt es jedoch keine Studien.

11. *Was haben unterschiedliche Kurbellängen bei unterschiedlichen Grössen für einen Einfluss?*

Studien im Sprint zeigen, dass bei Kurbellängen zwischen 165 und 190 mm die maximale Leistung unverändert bleibt, jedoch die Trittfrequenz sich ändern kann. Im Ausdauerbereich gibt es leider noch keine Studien.



12. *Die allgemeine Trainingsempfehlung für die Trittfrequenz liegt oft bei 90, wie findet ein Athlet seine optimale Trittfrequenz?*

Man soll einen Fahrer nicht zwingen, eine bestimmte Trittfrequenz zu fahren. Weil mehrere Termine an unterschiedlichen Tagen wahrgenommen werden müssen, sind die Tests zur Bestimmung der Trittfrequenz momentan noch ziemlich aufwendig. Einfachere Tests sind erstrebenswert.

13. *Wo soll die Platte montiert werden?*

Ob die Platte beim Mittel- oder Vorfuss montiert wird hat auf die Leistung keinen Einfluss. Jedoch kann das subjektive Empfinden eine entscheidende Rolle spielen.

### **Dr. Christian Mainwald, Aktuelle Trend in der Laufsportforschung**

1. *Neurologische Reflexe bezüglich Abfederung beim Rennen. Wie reagiert der Fuss unterschiedlich, ob man jetzt auf hartem oder weichem Untergrund läuft? Habe mal gehört, dass die Bänder der Fuss-Knie-Hüfte je nach Untergrund mehr oder weniger abfedern lassen. Also eigentlich die gut gefederten Schuhe den natürlichen Ablauf eher stören...was ist daran?*

Es gibt kaum Möglichkeiten, Reflexantworten während einer Bewegung zu messen. Das Fussaufsatzverhalten ändert sich, wenn der Untergrund hart wird. Wenn jemand Bescheid weiss, dass eine Veränderung des Untergrunds kommt, erfolgt die Anpassung sehr schnell (von einem Schritt zum anderen). Der Fuss wird flacher aufgesetzt, damit der Impact im Fersenbein verkleinert werden kann.

Beim Vorfusslauf verschwindet die Kraftspitze, jedoch resultieren höhere exzentrische Belastungen. Die Lauftechnik zu verändern ist ein langfristiger Prozess, welcher viel Training erfordert.

Die Energievernichtung (die sog. Dämpfung) geschieht zum grössten Teil über die Muskulatur. Eine Dämpfung im Schuh verrichtet lediglich einen geringen Anteil der gesamten Dämpfung (ca. 5-7%) und variiert von Schuh zu Schuh 1-2%. Die Dämpfung im Schuh kann die Stabilität beeinflussen (Inversion/Eversion) und „schluckt“ gewisse Informationen des Untergrunds. Dies kann sich in grösseren Kraftspitzen widerspiegeln. Martin Shorten hat einiges dazu untersucht.

2. *Viskoelastizität des Fersenfettpolsters?*

Im Fersenfettpolster ist kaum eine Verformung erkennbar. Das Problem besteht darin, dass dies dynamisch schwer zu messen ist und die vorhandenen statischen Messungen das menschliche Gewebe nicht 1:1 widerspiegeln. Prof. Hohenwald hat einige Arbeiten dazu durchgeführt, um den Verschleiss im Kraft-Zeit-Profil zu testen.

3. *Welchen Einfluss haben die unterschiedlichen Korrekturen aus mechanischer und sensorischer Sicht?*



Aus mechanischer Sicht sind die Korrekturmöglichkeiten eher klein, weil zu viele Variablen Einfluss nehmen können. Im sensorischen Bereich hingegen besteht ein grosses Potential, mit gewissen Korrekturen Verbesserungen hervorzurufen.

*4. Sind Antipronationseinlagen bei Knicksenkfüssen bei Vorfussläufern hilfreich?*

Christian Mainwald selbst hat keine Daten dazu. Kollegen jedoch raten davon ab, bei Vorfussläufer solche Einlagen anzuwenden.

*5. Warum wurde nur immer der rechte Fuss gemessen?*

Dies ist ein korrekter Input, auf Grund der Koordinations- und Kraftunterschiede zwischen dem dominanten und dem nicht dominanten Fuss sollten die Messungen beidseitig durchgeführt werden.

### **Dr. Michael Vogt, Belastungsdosierung im Leistungssport**

*1. Link zum Ausdauersport bei einer Rennbelastung zwischen 2 und 11h?*

Wichtig ist das Variieren der Intensität im Ausdauertraining (polarisiert). Im Mittelpunkt steht der sparsame Umgang mit Kohlenhydraten und die Erhöhung der Fettoxidation (Glykogenspareffekt). Dazu gehört auch der effiziente Umgang mit den Ressourcen (Bewegungsökonomie). Zum Ausdauertraining soll auch Kraft trainiert werden (ohne Gewichtszunahme). Hierzu wird auf den Vortrag von Dr. Marco Toigo verwiesen.

*2. Wie lässt sich am besten der Erholungszustand eines Athleten, z.B. während einer umfangreichen Trainingsphase überwachen?*

Der Athlet und sein Körper- sowie Belastungsgefühl spielen eine zentrale Rolle. Grundsätzlich können unzählige Parameter untersucht werden (wie z.B. der Ruhepuls am Morgen), jedoch ist die Interpretation nicht immer ganz einfach. Jeder Athlet hat seine eigenen Referenzwerte, deshalb ist es entscheidend, dass die Messungen regelmässig durchgeführt werden. Um die Trainingsbelastung zu quantifizieren eignet sich eine einfache Befragungsmethode (Einteilung in streng, mittel, locker etc.) direkt nach dem Training. Ein Vorteil dabei ist, dass unter Belastung auch der psychische Aspekt nicht vernachlässigt wird. Die Ehrlichkeit des Athleten ist dabei vorauszusetzen.



3. *Wie lässt sich eine „Übersäuerung“ im Körper objektiv feststellen?*

Für die Untersuchung von akuten Effekten im Feld fehlen meist die richtigen Methoden. Eine Möglichkeit ist die Bestimmung der Laktatkonzentration im Blut. Dazu ist zu sagen, dass die Akkumulation von Laktat grundsätzlich erwünscht ist (für einen intakten Stoffwechsel) und dass das Laktat nicht „böse“ ist. Das Laktat eignet sich, um eine indirekte Aussage zur Übersäuerung im Körper zu machen.

4. *Gibt es überhaupt eine „Übersäuerung“?*

Unter Belastung kann der pH-Wert im Muskel sinken und sich in einem erniedrigten pH-Wert im Blut reflektieren. Der Körper jedoch verfügt über diverse Puffersysteme, um diesen Effekte entgegenzuwirken.

5. *Belastungsdosierung bei Jugendlichen v.a. im Wachstum?*

Der Vater von Ivica Kostelic hat mal gesagt, dass vor der Pubertät trainiert werden soll, weil in der Pubertät dies nicht mehr möglich sei. Die Wissenschaft ist sich uneinig, wann was trainiert werden soll. Herr Vogt macht auch darauf aufmerksam, dass die Kinder heute meist bewegungsverarmt in die Sportart hineinkommen. Eine Studie von kenianischen Läufern beispielsweise zeigt, dass die Länge der erfolgreichen Wettkampfdistanz mit der Länge des Schulwegs in der Kindheit in enger Beziehung steht. Bei Jugendlichen macht es Sinn, das Training umfangsorientiert zu gestalten, während im Erwachsenenalter hauptsächlich mit der Intensität variiert werden soll.

6. *Ab wann (z.B. bereits im Regionaltraining) soll ein strukturiertes Training durchgeführt werden?*

Auf der Homepage von Swiss Ski sind Richtlinien dazu zu finden. Es soll immer berücksichtigt werden, dass ein Kind kein kleiner Erwachsener ist. Herr Vogt unterstreicht nochmals, dass der Inhalt seines Vortrags Beispiele aus dem Elitetraining enthielt. Wichtig sei auch, dass der Faktor Spass beim Training mit Jugendlichen nicht zu kurz kommt, damit die Motivation aufrecht erhalten werden kann und die Jugendlichen während der Pubertät der Sportart nicht den Rücken zukehren.

7. *Wie ermittelt man idealerweise die richtige Dosierung bei berufstätigen Athleten? Gibt es neue Erkenntnisse?*

Eine professionelle Organisation ist Voraussetzung, damit individuelle Lösungen für Athleten gefunden werden können. Um auf hohem Niveau alpinen Skisport zu betreiben, ist es kaum möglich, gleichzeitig eine Berufslehre zu absolvieren.

8. *Aktive/passive Erholung – was macht Swiss Ski?*

Es gibt kein generelles Konzept. Im Erholungsprozess spielen vielfach die Erfahrung und der individuelle Glauben an etwas eine wesentliche Rolle. Der Grundsatz von Herr Vogt lautet: „Trainieren-Essen-Schlafen“.

9. *Die Polarisierung im Breitensport (2-3 Trainings pro Woche)?*



Abhängig vom verfolgten Ziel macht es durchaus Sinn, die Trainingseinheiten zu polarisieren, insbesondere das Variieren der Intensität kann effektiv sein.

10. Die Diskussion zwischen der FIS und den Rennfahrer betreffend den „Spaghetti Skis“, was ist ihre Meinung dazu?

So bald die Skis weniger Taillierung aufweisen, kann man davon ausgehen, dass die Abfahrten beispielsweise weniger drehen und sich damit die Geschwindigkeiten erhöhen werden. Eine gewisse Dynamik geht dabei ebenfalls verloren. Somit ist sich Herr Vogt nicht sicher, ob Materialeinschränkungen den richtigen Ansatz darstellen.

Zürich, 5. September 2011