



Manual



Leistungsdiagnostik Ausdauer

SOMC Davos, Leukerbad, Magglingen, MuttENZ, Zürich



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
I Rahmenbedingungen	4
Laborbedingungen	4
Andere Rahmenbedingungen	5
Vorbereitung des Athleten	6
Körperliche Vorbelastung	
Einlaufen	
Ernährung	
Dokumentation der Athletenvorbereitung	8
Athleteninformation	8
Testinformation	9
Qualitative Anforderungen an Messgeräte u. Testgeräte	9
Laktatentnahme	9
Durchführung der VO ₂ -Messung	10
Testart in Abhängigkeit der Sportart	10
Standardisierte praktische Durchführung	11
II Laktatdiagnostik	13
Testprotokoll	13
Beurteilung des Ausdauerlevels	13
4mmol/L-Leistung, Maximalleistung	
Trainingsempfehlung; Individuelle Laktatschwelle	15
Baseline + 1.5mmol/L	
Individuell korrigierte 4mmol/L-Leistung	
Bedeutung weiterer Parameter	18
III VO₂max-Messung	19
Stellenwert der maximalen Sauerstoffaufnahme	19
Bestimmungskriterien	19
Protokoll	20
Terminologie	20
Referenzwerte	20
Weitere Anwendungen	20
IV Effizienz- und Interpretationsfragen	22
Beurteilung einer Änderung der Ausdauerleistung	22
Praxisrelevante Veränderung der Messwerte	22
Testhäufigkeit	23
V Literatur	24
VI Anhang	27
Athleteninfoblatt	28
Checkliste Athletenvorbereitung	29
Hinweise zur Checkliste	30
Borgskala	32
Borginstruktion	33
Testprotokolle	34



Einleitung

Der heutige Spitzensport stellt auch an die sportmedizinische Betreuung von Athleten qualitativ hohe Ansprüche. Aus diesem Bedürfnis seitens der Athleten und Trainer und aus dem Bewusstsein eines verbesserungsfähigen Angebotes seitens der Sportmediziner wurde 1998 durch das Komitee Spitzensport (KOS) des Schweizerischen Olympischen Verbandes (SOV, heute Swiss Olympic) ein Leistungsauftrag zur Qualitätssicherung der Sportmedizinischen Betreuung formuliert. Ziele dieses Leistungsauftrages umfassen unter anderem eine Optimierung und Vereinheitlichung von Durchführungs- und Interpretationsprinzipien in der Leistungsdiagnostik Ausdauer.

In diesem ‚Manual für Leistungsdiagnostik Ausdauer‘ sind die daraus resultierten Qualitätsstandards zusammengefasst. Die aus partnerschaftlicher Zusammenarbeit der 5 anerkannten Swiss Olympic Medical Centers (Thurgauisch-Schaffhausische Höhenklinik Davos, Rheuma- und Rehabilitationsklinik Leukerbad, Sportwissenschaftliches Institut des Bundesamtes für Sport Magglingen, Rennbahnklinik Muttenz, Schulthessklinik Zürich) und aus der aktuellen internationalen Literatur zusammengestellten Protokolle, Abläufe und Interpretationsrichtlinien sollen dem Athleten eine dezentrale, vergleichbare und qualitativ hochwertige leistungsdiagnostische Betreuung gewährleisten.

Primäre Ziele der Ausdauerleistungsdiagnostik sind die Beurteilung des Leistungsniveaus, der Leistungsentwicklung (Bsp. Beurteilung der Effektivität von Trainingsprozessen, Altersentwicklung) und die Ableitung von Trainingsempfehlungen. Im weiteren können Anforderungsprofile einer bestimmten Sportart oder Zielwerte für Rehabilitationsprozesse definiert werden. Damit diese Ziele erreicht werden können, muss das entsprechende Messverfahren reliabel (‚genau‘) und sensitiv (Unterscheidung von Athleten unterschiedlichen Niveaus; Erkennung von Trainingseffekten) sein. Rahmenbedingungen, welche diese Punkte beeinträchtigen und somit ein Messresultat ‚verfälschen‘ können, wurden grösstmöglichst standardisiert. Der erstrebenswerten, sportartspezifischen Durchführungsform (spezifisch bezüglich Muskelgruppe, Bewegungsform, Körperstellung und Bewegungsgeschwindigkeit) wird durch die Auswahl von verschiedenen Testgeräten (Laufband, Fahrrad-, Ruder- und Kanuergometer) Rechnung getragen. Im Hinblick auf die angestrebte Erstellung von Anforderungsprofilen in sehr vielen, verschiedenen Sportarten wurde jedoch bewusst auf eine unübersichtliche Vielfalt von sportartspezifischen Testprotokollen verzichtet.

Ein wesentlicher Punkt für die Vergleichbarkeit der Resultate von Leistungstests, die an unterschiedlichen Untersuchungszentren durchgeführt werden, stellen einheitliche Beurteilungs- und Interpretationsrichtlinien dar. Dadurch soll der Informationsgewinn für Athlet und Trainer unabhängig vom Testort gleichwertig hoch sein.

Im Wissen um die Dynamik der Sportmedizin ist dieses Manual nicht als eine für die Ewigkeit zementierte ‚Doktrine‘ anzusehen. Vielmehr soll es laufend neuen Erkenntnissen und Methoden angepasst werden.

Nachfolgend sind die Qualitätsstandards von Swiss Olympic, an deren Einhaltung die finanziellen Beiträge von Swiss Olympic gekoppelt sind, aufgeführt. In *kursiver Schrift* sind kurze, erklärende Hinweise aus der Literatur beigefügt.

Version 3.0

Änderungen gegenüber der vorangegangenen Version betreffen vor allem das Schwimm- und das Kanuprotokoll. Diese Testprotokolle wurden nach Absprache mit den Verbandsverantwortlichen den neuen Bedürfnissen angepasst. Zudem wurde die Check-Liste zur Athletenvorbereitung erweitert und mit entsprechenden Hinweisen ergänzt.

Dr. med. Markus Tschopp, SWI Magglingen, Februar 2003



Rahmenbedingungen

Laborbedingungen

Temperatur

Minimum: 18°C
Maximum: 27°C

Werden diese Grenzwerte überschritten, ist ein Vermerk auf der Auswertung notwendig.

Falls die Raumtemperatur reguliert werden kann: 22°C

Es wurde gezeigt, dass die Umgebungstemperatur einen wesentlichen Einfluss auf die Herzfrequenz in Ruhe und unter Belastung und auf Blutlaktatwerte (tiefere Werte bei tieferen Temperaturen und umgekehrt) im höheren submaximalen Bereich haben kann. Bei einem Fahrradstufentest war bei einer Umgebungstemperatur von 10°C die Herzfrequenz ca. 5-10 Schläge/Minute, das Laktat im intensiven Bereich ca. 0.3-1 mmol/l tiefer als bei einer Umgebungstemperatur von 30°C¹.

Luftfeuchtigkeit

Minimum: 30%
Maximum: 60%

Werden diese Grenzwerte überschritten, ist ein Vermerk auf der Auswertung notwendig.

Falls die Luftfeuchtigkeit reguliert werden kann: 40%

Meereshöhe

Kann nicht beeinflusst werden.

Für die Bestimmung von VO₂max muss die Meereshöhe mit Hilfe einer Umrechnungsformel mitberücksichtigt werden.

Bei der Interpretation von Testvergleichen, die auf unterschiedlicher Meereshöhe (Bsp. Davos, Leukerbad - Flachland) stattfinden, muss berücksichtigt werden, dass moderate Höhenbedingungen (ca. 2000m) bei submaximalen Belastungen zu höheren Laktatwerten führen. Bei Trainierten war der Unterschied in den ersten Stufen eines Fahrradergometertests 0.5-1 mmol/l und stieg mit zunehmender Belastung auf 1.5 bis 2.5 mmol/l an. Die Ruhewerte und die maximal erreichten Laktatwerte waren jedoch fast gleich². Ebenfalls reduziert ist VO₂max (ca. 10% bei Trainierten). Bei Ausdauertrainierten führen moderate Höhenbedingungen schon bei submaximalen Belastungen zu tieferen VO₂-Werten^{2/3}.



Ventilator

Der Einsatz eines Ventilators zur Kühlung (Reduktion der Schweißproduktion) des Athleten ist erlaubt.

Wegen der Beeinflussung der Herzfrequenz muss auf der Auswertung auf die Verwendung eines Ventilators hingewiesen werden.

Andere Rahmenbedingungen

Tageszeit

Auf dem Auswertungsblatt sollte der Zeitpunkt (Vormittag, Nachmittag, ev. Abend: nach 18.00h) vermerkt werden, falls dieser vom routinemässigen Zeitpunkt der Ausdauerstestdurchführung abweicht.

Einige physiologische Variablen zeigen einen circadianen Verlauf (Bsp. Rektal-Temperatur, Körpergewicht, Herzfrequenz), der teilweise auch unter Belastung gefunden werden kann⁴. Allerdings ist oft unklar ob einige Änderungen nicht eher auf exogenen Änderungen im Tagesverlauf (Nahrungsaufnahme, Ruhepausen usw.) beruhen⁵. Im weiteren sind die Aussagen teilweise widersprüchlich und weitere Forschung scheint notwendig zu sein^{4/5}. Jedenfalls konnte gezeigt werden, dass ein unterschiedlicher Testzeitpunkt innerhalb eines Vormittages die physiologischen Messwerte eines maximalen Laufstests auf dem Laufband auch bei gut ausdauertrainierten Personen nicht signifikant beeinflusst⁶.

Menstruationszyklus/
Hormonelle Kontrazeption

(Noch) keine systematische Erfragung im Zusammenhang mit der Durchführung und Auswertung der Ausdauerstests notwendig.

Die zyklischen endogenen Änderungen der Hormonkonzentration während eines Menstruationszyklus beeinflussen verschiedene metabolische, thermoregulatorische, kardiovaskuläre und respiratorische Parameter. Beispielsweise scheinen während der Lutealphase (erhöhte Progesteronkonzentration) während einer bestimmten Belastung die Herzfrequenz und das subjektive Belastungsempfinden erhöht zu sein, obwohl dadurch keine Änderung der Leistungsfähigkeit gefunden wurde. Ebenso wurde während der Lutealphase durch einen erhöhten Fettmetabolismus ein tieferer Respiratorischer Quotient und tiefere Laktatwerte gefunden. Die Ausdauerfähigkeit, gemessen durch die maximale Sauerstoffaufnahme und submaximale Belastungsantwort, scheint allerdings während eines normalen Menstruationszyklus nicht verändert zu sein⁷. Die unterschiedlichen Hormonpräparate zur Kontrazeption scheinen zwar je nach Zusammensetzung unterschiedliche Wirkungen auf einzelne physiologische Parameter zu haben. Die Frage, ob orale Kontrazeptionspräparate die Leistungsfähigkeit erhöhen oder vermindern ist immer noch unbeantwortet. Allerdings können im Einzelfall durch die Einnahme von oralen Kontrazeptiva unerwünschte Begleitbeschwerden der Menstruation reduziert werden⁷. Noch mehr Forschung auf diesem Gebiet scheint notwendig zu sein⁷.

**Vorbereitung des Athleten**

Grundsätzlich sollte der Athlet immer gleich vorbereitet (körperliche Vorbelastung, Ernährung) zu den Tests erscheinen. Im Idealfall sollte sich der Athlet wie auf einen Wettkampf vorbereiten. (Siehe auch Anhang: Athleteninfoblatt zur Testvorbereitung)

Körperliche Vorbelastung

Falls der Athlet in den letzten 48h vor dem Test einen Wettkampf bestritten hat, wird **kein** Leistungstest durchgeführt!

Trainingsumfang und –intensität sollten in den letzten 48h vor dem Test immer möglichst gleich sein.
Auf intensive Trainings am Vortag sollte nach Möglichkeit verzichtet werden.

Die Vorbelastung von anderen Leistungstests (Bsp. Jump-Serien) kann das Testresultat unter Umständen beeinflussen. Prinzipiell werden Ausdauerests nach Kraftdiagnostik-Tests durchgeführt. Es ist auf eine genügend grosse Pause (> 1h) nach vorangegangenen Tests mit erhöhter Laktatbildung (Sprungserien) zu achten. Falls aus organisatorischen Gründen der Ausdauerest vor dem Krafttest durchgeführt werden muss, ist ein zeitlicher Mindestabstand von 2h einzuhalten.

Das Laktatverhalten wird u.a. von der Verfügbarkeit vom Substrat (Glykogen) bestimmt. Körperliche Belastungen vor einem Ausdauerest können die Substratspeicher leeren und somit zu einer Veränderung der Laktatwerte führen. Insbesondere intensive Belastungen (Intervallform, Intensität >VO₂max, einige Sportsportarten) führen schon nach kurzer Zeit (60 Min) zu einer Entleerung der Glykogenspeicher^{8/9}. Trainings von mittlerer Intensität bewirken erst nach längerer Dauer (>120 Min), solche von lockerer Intensität erst nach mehrstündiger Trainingsaktivität eine Glykogenepletion^{9/10}. Daneben kann auch die Ermüdung (körperlich und mental) zu einer Reduktion der Leistung v.a. im Maximalbereich führen.

Aufwärmen

Das Aufwärmen sollte mindestens 5 Minuten betragen und findet normalerweise auf dem Testgerät statt. Bei Wunsch kann der Athlet sein Einlaufen auch im Feld durchführen.
Die Intensität sollte im lockeren Bereich erfolgen. Es bestehen jedoch keine Limiten bezüglich maximaler Herzfrequenz beim Einlaufen.

Zu hohe Intensitäten beim Einlaufen können zu erhöhten Laktatwerten schon vor Testbeginn führen und die ersten Laktatwerte eines Stufentests verändern. Durch Laktatelimination bei genügend grosser Anzahl Stufen im submaximalen Bereich können erhöhte Laktatwerte vor dem Testbeginn (ev. durch zu intensives Einlaufen) wieder abgebaut werden, sodass die 4mmol/L Leistung nicht beeinträchtigt werden sollte¹⁰.

Ernährung



Es sollte keine Änderung bezüglich gewohnter Ernährung vorgenommen werden.

Insbesondere ist auch darauf zu achten, die letzte Nahrung vor dem Test (Frühstück, Kaffee, Flüssigkeitsmenge) wie gewohnt und immer gleich einzunehmen.

Diätmassnahmen (Bsp. Trennkost, Gewichtsreduktion, Fettdiät) müssen nicht unterbrochen werden, sind aber auf der Auswertung aufzuführen (siehe unten).

Die Verfügbarkeit des Substrates beeinflusst die Laktatkonzentration (generell führen leere Glykogenspeicher zu tieferen Werten und umgekehrt), die Leistung bei einer bestimmten Laktatkonzentration, die Maximalleistung und den Respiratorischen Quotienten wesentlich^{11/12/13}. Diätmassnahmen, die einen Energieanteil von nur ca. 30% Kohlenhydrat (KH) haben (Trennkost, Gewichtsreduktion, Fettdiät (Beginn < 4Tg) oder Nahrungsmittel, die den Glykogenaufbau hemmen (Alkohol), führen zu kaum gefüllten Glykogenspeicher. Durch einen Energieanteil von ca. 70% Kohlenhydrat (Carboloading) werden dagegen die Glykogenspeicher gefüllt¹⁴. Bei einem Fahrradergometerstufentest war der Unterschied der Laktatkonzentration bei einer bestimmten Belastungsstufe zwischen KH-reicher und KH-armer Diät im Anfangsbereich ca. 0.3 mmol/l im Maximalbereich ca. 1.5 mmol/l, was zu einer Reduktion der 4 mmol/l-Leistung von ca. 10% (ausgedrückt in % von VO₂max) führte. Der Respiratorische Quotient in Ruhe war bei der KH-reichen Diät signifikant höher (0.9 versus 0.74 bei KH-armer Diät)¹⁴.

Daneben führt auch erhöhte Blutglucose (Bsp. Einnahme von 75g Glucose < 60 Min vor Testbeginn: entspricht ungefähr einem Frühstück) zu höheren Laktatwerten. Dabei wird schon in Ruhe (Baseline) eine erhöhte Laktatkonzentration von ca. 0.3 mmol/l festgestellt, im Maximalbereich von ca. 1.5 mmol/l¹¹.

Der Einfluss von Koffein auf die Laktatproduktion ist nicht eindeutig. Dagegen kann die Ventilation bei gleichem VO₂max gesteigert werden (bei Mengen > ca. 6dl Kaffee). Jedoch muss berücksichtigt werden, dass auch Kaffeentzug bei Gewöhnten zu ähnlichen Reaktionen führen kann^{15/16}.

Dokumentation

Neben den eigentlichen Testresultaten müssen auch Angaben zur Athletenvorbereitung sowie zum Test aus der Auswertung aufgeführt werden.

Athletendaten

Die wesentlichen Faktoren, die ein Testresultat signifikant beeinflussen, müssen erfragt und dokumentiert werden.



Die Befragung wird idealerweise in Form einer kurzen Checkliste durchgeführt, die der Athlet vor dem Test ausfüllt (Anhang: Checkliste mit Erklärungen).

Diese Informationen müssen bei der Testauswertung aufgeführt sein.

Zur Beurteilung eines Testverlaufes (Bsp. Trainingseffekt) müssen Hinweise auf möglich beeinflussende Faktoren im Verlaufsprotokoll aufgeführt sein.

Liegen untenstehende Abweichungen von einer optimalen Testvorbereitung vor, kann das Testergebnis durch externe Faktoren beeinflusst sein. Dadurch ist die Testqualität hinsichtlich Athletenvorbereitung beeinträchtigt oder gar mangelhaft. Diese Abweichungen müssen auf der Testauswertung vermerkt werden.

- Wettkämpfe 48h vor dem Test
- harten/intervallartigen Trainings von >60' Dauer in den letzten 48h vor dem Test
- Trainings mit mittlerer Intensität von >120' Dauer in den letzten 48h vor dem Test
- Trainings mit lockerer Intensität von mehreren Stunden in den letzten 48h vor dem Test
- kohlenhydratarme Diät (Trennkost, Fettdiät Beginn < 4Tg, Gewichtsreduktionsdiät)
- Kohlenhydrat-Diät (>70% KH)
- Alkohol am Vorabend (> 1 Liter Bier, > 0.5 dl Wein, > 1 Drink Spirituosen)
- nüchtern (Mahlzeit > letzten 3 h)
- Krankheit in den letzten 14 Tagen
- allgemeine Befindlichkeit < 6
- Testmotivation < 6
- ungewöhnlicher Testzeitpunkt (Vormittag/Nachmittag)

Testdaten

- Testdatum
- Testzeit
- Gerätetyp und Softwareversion
- Testprotokoll-Typ
- Alle Änderungen des Standardprotokolls
- Name des Testleiters

Information des Athleten bezüglich Testvorbereitung

Der Athlet und ev. der Trainer erhalten vor dem Test mit dem Testaufgebot (oder mit dem Fragebogen) ein Informationsblatt, das die wesentlichen Punkte der Vorbereitung beinhaltet (siehe Anhang).

Testinformation

Allgemein



Der Testablauf muss dem Athleten vor dem Test genau erklärt werden.
Vor allem beim erstmaligen Durchführen sollte dem Athleten die Borgskala (6-20) gemäss den Richtlinien von Gunnar Borg¹⁷ (Anhang) erklärt werden.

Maximale Ausbelastung

Da ein mit maximaler Ausbelastung durchgeführter Ausdauerstest mehr Beurteilungskriterien bietet, muss der Athlet vom Testleiter zu einer maximalen Ausbelastung angetrieben werden. Dazu ist insbesondere eine verbale Motivation gegen Testende nützlich. Stufendauer, aktuelle Belastung und Zeit bis Stufenende usw. dürfen dem Athleten gezeigt oder gesagt werden.

Messgeräte

Minimale Anforderungen an technische Eigenschaften von VO₂-/Laktatmessgeräten wie Eich-Toleranzbereich, Messgenauigkeit oder Messstabilität usw. müssen noch abgeklärt werden.

Die Messgeräte (Laktatmessgerät, VO₂max) sind gemäss den Richtlinien des Geräteherstellers zu bedienen. Insbesondere ist auf eine exakte und regelmässige (wenn möglich vor jedem Test) Eichung zu achten.

Testgeräte

Die Belastungscharakteristik der Testgeräte (exakte Laufbandgeschwindigkeit, Elastizität der Lauffläche, Bremswiderstand beim Fahrradergometer usw.) können sich verändern und sind möglicherweise bei verschiedenen Typen nicht identisch^{10/53}. Sie sollten daher in regelmässigen Abständen überprüft werden.

Laktatentnahme

Entnahmestelle

Es bestehen prinzipiell 2 Laktatentnahmestellen (Ohrläppchen, Finger).
Da Hinweise auf eine Abhängigkeit der Laktatkonzentration von der Entnahmestelle vorliegen, muss die Entnahmestelle auf dem Auswertungsprotokoll notiert sein.

*Blutentnahmen am Finger führen zu höheren Laktatkonzentrationen als am Ohrläppchen. Bei einer Intensität von ca. 75%-VO₂max war der Unterschied sowohl auf dem Laufband wie auch auf dem Fahrradergometer ca. 1 mmol/l, bei 90%-VO₂max 0.4 mmol/l^{18/19/56}.
Schweiss hat eine höhere Laktatkonzentration als Blut²⁰.*

Entnahmetechnik

- Testleiter trägt Handschuhe.
- Entnahmestelle (Ohrläppchen, Finger) mit Desinfektionsmittel desinfizieren.
- Stich mit Lanzette oder Stechhilfe.



- Erster Tropf mit Trockentupfer verwerfen.
- Die Laktatentnahmestelle ist jeweils vor der Blutentnahme unbedingt gut von Schweiß und altem Blut mit einem Trockentupfer zu reinigen.
- Bei Tests ohne Testpausen: Beginn der Laktatentnahme (Blut auspressen) 10 Sekunden vor Stufenende (Bsp. Fahrradergometer), sonst zu Beginn der Pause.

Durchführung der VO2max-Messung

- Für VO2max Messungen müssen verschiedene Maskengrößen zur Auswahl zur Verfügung stehen.
- Die Dichte muss durch Verschluss mit der Hand überprüft werden und gegebenenfalls mit Hilfsmittel (Gelring, Dichtungsring) sichergestellt werden.
- Die Messschläuche müssen seitlich horizontal von der Maske wegführen.
- Reinigung der Maske und der Turbine im Desinfektionsbad.

Testart (Laufband, Fahrradergometer) in Abhängigkeit der Sportart

Generell soll die Testart **sportartspezifisch** resp. **trainingspezifisch** sein.

Ausnahmen können beispielsweise nach Verletzungen gemacht werden.

Für Sportarten mit anderen Bewegungsmustern als Laufen oder Fahrradfahren wurde noch keine tabellarische Zusammenstellung von Sportarten und Testarten gemacht. Einzelne Vorschläge wurden gemacht (Laufband: Fussball; Fahrradergometer: Ski Alpin, Eishockey, Eisschnelllaufen).

Die Laktatantwort auf Belastung und maximale Sauerstoffaufnahme ist abhängig von der involvierten Muskelmasse^{21/22}. Um eine valide Beurteilung des Ausdauerlevels machen zu können, muss die Belastungsart und die belastete Muskelgruppe möglichst sportartspezifisch sein²³. Insbesondere um Trainingseffekte erfassen zu können, muss die Testart der Bewegungsform des Trainings ähnlich sein^{23/24}.

**Standardisierte praktische Durchführung von Ausdauer tests**

Der Test sollte nach den oben aufgeführten Richtlinien mit folgendem Ablauf durchgeführt werden:

- Vorbereitung der Messgeräte
- Auswahl des Testgerätes gemäss Sportart oder Trainingsart
- Athlet wird mit Checkliste über seine Vorbereitung befragt
- Athlet wird über Ablauf des Tests mündlich informiert
 - Testablauf
 - Borgskala
 - Maximaltest
 - Sicherheitsvorrichtungen (Bsp. Notstop)

- Athlet gibt Einverständnis zur Durchführung
- Einstellen des Testgerätes nach individuellen Bedürfnissen

(Falls beim Fahrradergometer Klickpedale verwendet werden, muss dies auf dem Auswertungsblatt notiert werden)

- Einlaufen, Gewöhnung an Testgerät
- Überprüfen der Funktionstüchtigkeit der Messgeräte
- Ruhelaktat nach Einlaufen
- Teststart
- Informationen über Testzwischenstand verbal oder visuell
- In Pause:
Laktatentnahme
Borgskala (ganze oder halbe Zahl)
- Verbale Motivation zur maximalen Ausbelastung durch Testleiter und/oder Trainer gegen Ende des Tests.
- Testabbruch bei maximaler Ausbelastung, Erschöpfung.
- Besonderheiten des Testsablaufes müssen notiert und auf dem Auswertungsblatt aufgeführt werden.
- Falls Nachbelastungslaktat bestimmt wird (2 Min-Laktat), keine körperliche Aktivität (Laktatabbau wird



dadurch beschleunigt) zwischen Testabbruch und Laktatentnahme.

- Mündliche Testbesprechung am selben Tag, wenn möglich in Anwesenheit des Trainers.
- Abgabe einer schriftlichen Testauswertung an Athlet und Trainer.



Laktatdiagnostik

Testprotokolle

Bei einer längeren Stufendauer entspricht die gemessene Blutlaktatkonzentration eher den effektiven Laktatkonzentration bei Langzeitbelastungen, da genügend Zeit zur Diffusion des anfallenden Laktats aus den Muskelzellen in die Blutbahn besteht. So werden nach 5 Minuten Stufendauer ca. 90% des Laktatgleichgewichts erreicht, nach 2 Minuten sind es dagegen erst gut 60%¹⁰. Bei kurzer Stufendauer (< 3 Minuten) wird die Laktatproduktion folglich unterschätzt und die Leistung bei einer bestimmten Laktatkonzentration überschätzt^{10,24,25}. Beispielsweise führen Laktatmessungen beim Conconitest, bei dem die Stufendauer im Verlaufe des Tests immer kürzer werden, aus diesem Grund zu falsch hohen Schwellenwerten⁵⁴ und sollten nicht zur Trainingssteuerung gebraucht werden. Tests mit langer Stufendauer sind in der täglichen Routine wegen des Zeitaufwandes weniger praktikabel. Zudem erhält man weniger Messpunkte der Laktatleistungskurve im intensiven Bereich, was für die Interpretation einen Nachteil darstellt⁵⁵. Resultate von Ausdauer tests sind nur vergleichbar, falls das gleiche Protokoll zugrunde liegt^{10,25}.

Stufendauer:

3 Minuten
(30 Sekunden Pause zwischen Stufen zur Laktatentnahme mit Ausnahme des Fahrradergometertest)

Stufenerhöhung

Laufband: 1.8 km/h (entspricht 0.5 m/s) ohne Steigung
Fahrradergometer: 30 Watt

Detaillierte Testprotokolle (Laufband, Fahrrad-, Kanu-, Ruderergometer, Schwimmtest) sind im Anhang zu finden.

Beurteilung des Dauerleistungs- vermögens

Für die Beurteilung des Ausdauer niveaus wird die Leistung bei einer **fixen Laktatkonzentration (4mmol/L)** und die **Maximalleistung** für die Trainingsempfehlung eine **individuelle Laktatschwelle** angewandt.

Es bestehen viele unterschiedliche Methoden, um die Ausdauerleistung anhand der Laktatantwort auf eine definierte Belastung zu beurteilen^{10/25}. Das maximale Laktat-Steady-State (höchste Belastung bei der Laktatproduktion und Elimination gerade noch im Gleichgewicht) wird gemeinhin als genauestes Beurteilungskriterium bezeichnet^{21/24}. Um die



Intensität im steady-state bestimmen zu können, ist aber ein grosser zeitlicher Aufwand (2-5 mind. 20 Minuten dauernde Testabläufe) notwendig^{21,42}. Es wurde gezeigt, dass die in einem Stufentest mit kürzerer Stufendauer erhobenen Messwerte mit der Laktatkonzentrationen beim maximalen Laktat-steady-state gut korrelieren²⁴. Insbesondere konnte eine gute Beziehung zwischen der Leistung bei einer fixen Laktatkonzentration von 4mmol/L^{26/27/28/29}, der Maximalleistung^{30/31/32} und der Wettkampfleistung gefunden werden. Somit sind zur Beurteilung des Ausdauerneiveaus die einfach und dadurch genau und objektiv bestimmbaren 4mmol/L-Leistung und Maximalleistung gute Parameter.

2 Hauptgrössen

1. 4 mmol/L-Leistung:

Terminologie: keine Schwelle, sondern *Leistung* an einer fixen Laktatkonzentration

Wichtigster Beurteilungs-Parameter

Besonders nützlicher Messpunkt für repetitive Tests, bei identischer Testvorbereitung (Verlaufsbeurteilung).

2. Maximalleistung:

Zweiter Beurteilungs-Parameter (der allerdings auch eine anaerobe Komponente enthält) zur Bestimmung des Ausdauerneiveaus.
Möglicher Index für ‚Overreaching, Overtraining‘ (kann in diesen Fällen reduziert sein)

Um sicher zu sein, dass die Leistung bei Testabbruch maximal ist, sind folgende **Kriterien für die maximale Ausbelastung** zu beachten:

1. Eindruck des Testleiters
2. Borg > 18
3. Erreichen der maximalen Herzfrequenz, falls diese aus einem Vortest bekannt ist.

Auf dem Auswertungsprotokoll muss vermerkt werden, ob die Ausbelastung maximal war.

Bei stufenförmig ansteigenden ergometrischen Testverfahren können die Maximalleistung (oder die maximale Sauerstoffaufnahme) tendenziell bis signifikant reduziert, häufig aber auch unverändert sein³⁵.

Wird der Test vor dem Ende einer Stufe (3 Min.) abgebrochen, wird die Maximalleistung aus der noch geleisteten Zeit intrapoliert.

Hat der Athlet beispielsweise die Stufe 14.4 km/h beendet und ist noch 1 Minute auf 16.2 km/h gelaufen, entspricht die



Maximalleistung 15 km/h = 14.4km/h + 0.6 km/h (1/3 (1 Minute bei einer Stufendauer von 3 Min) von 1.8 km/h (Stufeninkrement))

Neben der aeroben Leistungsfähigkeit (anaerobe Schwelle) ist auch die aerobe Kapazität (maximale Dauer, während der körperliche Aktivität im Bereich der anaeroben Schwelle ausgeführt werden kann) wichtig für Ausdauerathleten, welche über eine Stunde dauernde Wettkämpfe bestreiten^{21,42}. Die Ausdauerkapazität, die u.a. auch von der Fähigkeit der Nutzung des Fettmetabolismus und der Laufökonomie abhängt²¹, kann in einem Laktatstufentest nicht direkt beurteilt werden.

Trainingsempfehlungen

Die Kenntnis der ‚richtigen‘ Trainingsintensität ist für ein effektives Ausdauertraining wichtig. Zur Formulierung der Trainingsempfehlung muss daher von einer Belastungsintensität ausgegangen werden, die die individuellen Variationen der Laktatantwort berücksichtigt. Mit der Bestimmung einer individuellen Laktatschwelle wird zum einen der Tatsache Rechnung getragen, dass Athleten mit einer guten Ausdauerleistungsfähigkeit ihr maximales Laktat-steady-state bei tieferen Laktatkonzentrationen (< 4mmol/L) haben^{33/34}, zum anderen werden Beeinflussungsfaktoren wie beispielsweise Substratverfügbarkeit (Ernährung, Vorbelastung) weitgehend eliminiert¹⁴

Als Bezugsgrösse für Trainingsempfehlungen wird prinzipiell von der Belastungsintensität (in %) bei einer individuellen Laktatschwelle (Terminologie: individuelle Laktatschwelle) und nicht von der Herzfrequenz oder VO₂max ausgegangen.

Es wurde mehrfach erwähnt, dass Trainingsintensitäten, die auf der Basis von %-Anteilen von VO₂max (auf Grund biologischer Variabilität, Messmethodik, fehlender Kenntnis der prozentualen Ausnützung) oder der maximalen Herzfrequenz (grosse individuelle Schwankung), resp. der Laktatschwellen-Herzfrequenz (unterschiedlicher Steigung des Herzfrequenzanstieges) berechnet wurde, individuell betrachtet bei gleichem VO₂max zu verwirrend unterschiedlichen Laktatkonzentrationen und Trainingsintensitäten führen^{36/37/38}.



2 Schwellenkonzepte:

1. Baseline + 1.5 mmol/L

Unterschiede in der submaximalen Laktatkonzentration, d.h. der Baseline, werden eliminiert.

Definition:

Mittelwert der Laktatkonzentrationen aller Stufen von Testbeginn an, bis die Zunahme zwischen 2 Stufen grösser als 0.4 mmol/L ist. Zu diesem Mittelwert wird dann fix 1.5 mmol/l addiert und die entsprechende Geschwindigkeit auf der Laktatleistungskurve abgelesen.

Durch Einbezug der Baseline werden beispielsweise ernährungsbedingte Veränderungen der Laktatproduktion im submaximalen Bereich eliminiert.

2. Korrigierte 4mmol/L-Schwelle

Eine fixe 4mmol/L-Schwelle kann unter Umständen die effektive anaerobe Schwelle (maximales Laktat-steady-state) unter- oder überschätzen, je nach individueller Laktatantwort, die in erster Linie vom Trainingszustand und sekundär von der Ernährung resp. körperlichen Vorbelastung abhängig ist (siehe auch Athletenvorbereitung). Dadurch würde eine zu intensive resp. zu lockere Trainingsintensität vorgegeben.

Die Abhängigkeit der Laktatantwort vom Trainingszustand basiert grundsätzlich auf der Tatsache, dass Ausdauertrainierte normalerweise ihre individuelle Laktatschwelle unter, Untrainierte über der Laktatkonzentration von 4mmol/L haben^{33/34}.

Die nachfolgend erläuterte Methode zieht in die Bestimmung der Ausgangsgrösse für Trainingsempfehlungen neben der Laktatantwort im Gegensatz zu den meisten Schwellenmodellen andere beim Test mitgemessenen Grössen wie Herzfrequenz und subjektives Belastungsempfindung (Borg-Skala: Siehe Anhang) mit ein. Es werden dabei festgestellte Phänomene im Verhalten der beschriebenen Messgrössen (Laktatantwort, Herzfrequenz und subjektives Belastungsempfinden) empirisch zusammengefasst



Vorgehen

Falls folgende Konstellation vorliegt, wird die Schwelle **nach unten korrigiert:**

Voraussetzung

- a. Tiefes maximales Laktat < 6-8
→ Hinweis auf gut ausdauertrainiert oder leere Glykogenspeicher
Submaximale Belastung muss ausgeschlossen werden durch
1. Eindruck des Testleiters, 2. Borg >18 (siehe oben)
- b. Differenz: Maximalleistung – 4mmol/L-Leistung < 1 km/h (< 20 Watt)
(In %: 4mmol/L-Leistung >90% Maximalleistung)
- c. Differenz: Maximale Herzfrequenz – Herzfrequenz bei 4mmol/L < 8-10
- d. Borg bei 4mmol/L-Leistung > 16

Mind. 2 der 4 Punkte a-d müssen vorliegen, damit eine Korrektur vorgenommen wird.

Korrektur

Schwelle wird so nach unten korrigiert, dass

- a. Differenz: Maximalleistung – Laktatschwellen-Leistung ca. 2-3 km/h (40-60 Watt)
(In %: Laktatschwellenleistung ca. 82-86% der Maximalleistung)
- b. Differenz: Maximale Hf – Laktatschwellen-Hf ca. 10 –20/min
- c. Borg an der Laktatschwellenleistung 14-16 Punkte

Falls folgende Konstellation vorliegt, wird die Schwelle **nach oben korrigiert:**

- a. Differenz: Maximalleistung – 4mmol/L-Leistung > 3 km/h (60-80 Watt)
(In %: 4mmol/L-Leistung <80% Maximalleistung)
- b. Differenz: Maximale Herzfrequenz – Herzfrequenz bei 4mmol/L >20
- c. Borg bei 4mmol/L-Leistung < 14

Mind. 2 der 3 Punkte a-c müssen vorliegen, damit eine Korrektur vorgenommen wird.

Schwelle wird so nach oben korrigiert, dass

- a. Differenz: Maximalleistung – Laktatschwellen-Leistung ca. 2-3 km/h (40-60 Watt)
(In %: Laktatschwellenleistung ca. 82-86% der Maximalleistung)
- b. Differenz: Maximale Hf – Laktatschwellen-Hf ca. 10 –20/min
- c. Borg an der Laktatschwellenleistung 14-16 Punkte

**Bedeutung weiterer erhobener Messparameter**

Nachbelastungslaktat (2 oder 4 Minuten)

Fakultativ (d.h. muss nicht gemessen werden);
meist gleichbedeutend mit dem maximalen Laktat.
Hat nur eine beschränkte Aussagekraft !

Eine **Reduktion** ist nicht eindeutig interpretierbar: submaximale Ausbelastung, Ausdauerzustand, Overreaching, Overtraining, leere Glykogenspeicher.
Pause zwischen Testende und Entnahme des Nachbelastungslaktates muss in **körperlicher Ruhe** verbracht werden (Laktatabbau bei Aktivität).

*Der Zeitpunkt des maximalen Laktats nach einem Stufentest ist sehr variabel (meist innerhalb von 4 Minuten). Die Aktivität des Athleten während der Erholung hat einen wesentlichen Einfluss auf den Laktatabbau und muss deshalb standardisiert werden (möglichst keine Aktivität) ²⁰.
Höhere Laktatwerte nach einem maximalen Test sind Zeichen einer besseren Fähigkeit, Laktat zu produzieren (Muskelfaserzusammensetzung?) und von Laktattoleranz ²⁰.
Maximale Laktatwerte sind beim Untrainierten höher als beim Ausdauertrainierten ³³.*

Maximale Herzfrequenz

Nur beschränkte Aussagekraft.

Eine **Reduktion** kann verschiedene Ursachen haben:
Alter (grosse individuelle Streuung !), besserer Ausdauertrainingszustand, Overreaching, Overtraining, keine maximale Ausbelastung.

Die maximale Herzfrequenz nimmt mit dem Alter ab, unterliegt aber einer großen individuellen Streuung ³⁹. Daneben kann die maximale Herzfrequenz durch aerobes Training, das VO₂max erhöht, in einem Zeitrahmen von 1-2 Monaten (ca. 6-10 Schläge) gesenkt werden. Es zeigt sich u.a. daran, dass Trainierte im Durchschnitt eine 8 Schläge tiefere maximale Herzfrequenz haben als Untrainierte ⁴⁰. Der in Übertrainingsstudien zwar signifikant, jedoch mit 3-5 Schlägen pro Minute quantitativ gering ausgeprägte Abfall der maximalen Herzfrequenz unter Belastung ist wahrscheinlich nur in Ausnahmefällen und bei Vorliegen häufiger Vergleichsmessungen unter standardisierten Bedingungen verwertbar ³⁵.

Herzfrequenzrückgang nach Testende

Geringe systematische Aussagekraft bezüglich Trainingszustand.
Muss nicht registriert werden.

*Bei den Nachbelastungsherzfrequenzen wird die individuelle Streuung so groß, dass auch beim Breitensportler nur darauf basierend kaum verlässliche Aussagen über die Leistungsfähigkeit gemacht werden kann ⁴¹. Im interindividuellen Quervergleich ist der historisch wichtige ‚Erholungspuls‘ somit obsolet; im **intraindividuellen** Längsverlauf ist seine Bedeutung nicht eindeutig geklärt.*



VO₂-Messung

Stellenwert des VO₂max

Es wurde mehrfach gezeigt, dass VO₂max schlechter mit Wettkampfleistungen von 3 – 42 Kilometer korreliert als die Leistung sowohl bei einer fixen Laktatkonzentration von 4mmol/L als auch bei einer individuellen Laktatschwelle^{42/43/44}. Dazu reagiert VO₂max deutlich schlechter auf Trainingsreize als die Leistung bei einer bestimmten Laktatkonzentration oder bei einer Laktatschwelle^{45/46}. Wie bereits erwähnt, ist VO₂max auch in der Bestimmung der Trainingsempfehlung den Laktatmessparametern unterlegen. Somit ist prinzipiell die Laktatdiagnostik zu priorisieren.

Anwendungseinschränkung

VO₂max-Messungen werden prinzipiell nur angewendet bei

- a. Sportarten, bei denen aus Tradition eine VO₂-Messung durchgeführt wird (Bsp. Ski nordisch)
- b. wissenschaftlichen Fragestellungen

Vorraussetzung ist, dass es eine Ausdauersportarten mit grossen, an der Bewegung beteiligter Muskelmassen ist.

Bestimmungskriterien der maximalen Sauerstoffaufnahme

Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob der höchste gemessene VO₂-Wert auch dem tatsächlich maximal möglichen VO₂, also VO₂max entspricht. Beim Auftreten eines Plateaus kann von einer maximalen Sauerstoffaufnahme ausgegangen werden⁴⁷. Jedoch tritt auch bei maximaler Belastung nicht in jedem Fall (ca. 1/3 der Fälle) ein Plateau auf. Dann muss durch sekundäre Kriterien eine maximale Ausbelastung sichergestellt werden^{36/47}. Es besteht heute keine generelle Übereinkunft, wie die spezifischen, sekundären Kriterien genutzt werden sollten, ob allein oder in Kombination miteinander³.

Plateau

Definition : $\Delta(\text{delta})\text{O}_2 < 150 \text{ ml/Min}$

Sekundärkriterien

Falls kein Plateau vorhanden, muss eine maximale Ausbelastung gewährleistet sein

1. Eindruck des Testleiters
2. Borg ≥ 18
3. Maximaler RQ > 1.1 , bei Ausdauertrainierten > 1.05

**VO2max-Protokoll**

Zur Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO2max) muss das Rampprotokoll (Anhang) verwendet werden.

Falls bei einem Stufentestprotokoll die Sauerstoffaufnahme mitgemessen wird, wird die dabei maximal erreichte Sauerstoffaufnahme als VO2peak bezeichnet.

Das Protokoll muss in die Bewertung miteinbezogen werden, denn die üblichen stufenförmigen Tests (Länge der Stufen 3 Min.; Gesamtdauer des Tests 15-25 Min.) stellen trotz vieler sonstiger Vorteile für die Bestimmung der VO2max keine Ideallösung dar³⁶. Zur verlässlichen Bestimmung sollte eine Gesamtbelastungsdauer von höchstens ca. 8-12 Min angestrebt werden, weil wegen längerer Anlaufzeit der O2-liefernden Prozesse bzw. muskulärer Ermüdung nicht die tatsächliche VO2max gemessen werden kann^{36/44/49}.

Terminologie**VO2max**

Die maximal gemessene Sauerstoffaufnahme wird nur als VO2max bezeichnet, falls folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Durchführung mit Rampprotokoll
- Auftreten eines Plateau der O2-Aufnahme
- Involvierte Muskelmasse muss gross sein

VO2peak

In allen anderen Fällen wird die gemessene maximale Sauerstoffaufnahme als VO2peak bezeichnet.

Referenzwerte bei der Beurteilung des VO2max-Niveaus

Wird mit den Erfahrungen und gesammelten Werten aller Center noch bestimmt. Für Breitensportler sind aktuelle Referenzwerte bekannt⁴⁶.

Weitere Anwendungen (Bsp. VO2-Kinetik, ventilatorische Schwelle, bei VO2-Messung)

Es bestehen noch keine etablierten Methoden anderer Anwendungsinhalte, um als SOV-Standard routinemässig anzuwenden. Somit sind weitere Anwendungsmöglichkeiten der Sauerstoffmessung auf spezielle Fragestellungen beschränkt.

Mögliche Fragestellungen:

- Unklare Laktatwerte
- Dysventilation



- Beurteilung des Substratverbrauchs
- Verbesserung der VO₂-Kinetik
- Einfluss spezifischer Trainings
- Ventilatorische Limitierung in der Höhe
- Übertraining
- Ökonomie (VO₂/Geschwindigkeit bei gleichem RQ)



Interpretations- und Effizienzfragen

Beurteilung einer Änderung der Ausdauerleistung

Submaximal

(in Kombination)

1. Laktat-Leistungskurve (inkl. 4mmol/l-Leistung und individuelle Laktatschwelle)
2. Borg
3. Herzfrequenz

Maximal

1. Maximale Leistung
2. (VO₂max)
3. (Maximale Herzfrequenz)

Unterschied submaximal/maximal

Falls sich die Werte im submaximalen und maximalen Bereich nicht gleichsinnig verhalten (Bsp. tiefere submaximale Laktatwerte und Herzfrequenz bei gleicher Maximalleistung) wird von einer **selektiven** Verbesserung/Verschlechterung der **aeroben Leistungsfähigkeit** gesprochen.

Minimale Veränderung der Messwerte, die einer praxisrelevanten Änderung der Ausdauerleistung entsprechen

Eines der Ziele der Leistungsdiagnostik ist, Veränderungen des Trainingszustandes erfassen zu können. Um zu wissen, wie stark eine Veränderung der Messparameter einer Veränderung des Trainingszustandes entspricht, muss berücksichtigt werden, dass die Messwerte einer vom Trainingszustand unabhängigen Variabilität unterliegen. Die Testvariabilität ist abhängig von der technischen Variabilität der Messmethodik und der biologischen Variabilität. Die technische Variabilität ist im Normalfall sehr gering. Die biologische Variabilität ist von verschiedenen Faktoren beeinflussbar (Kohlenhydrat-Einnahme, Koffein-Einnahme, Vorbelastung, Hydratation, Umweltbedingungen, Gewöhnung, Material). Nach einer Standardisierung dieser beeinflussbaren Faktoren wurde eine Variabilität der Geschwindigkeits-Laktatantwort-Beziehung (2, 3, 4 mmol/l-Schwelle, 1mmol/l über Baseline, Breakpoint) bei trainierten Männern von 1.5-3% gemessen (entspricht 0.25-0.45 km/h bei einer Geschwindigkeit von 15 km/h). Um eine physiologische Änderung der Laktatantwort aufzuzeigen, müssen also die beeinflussenden Faktoren standardisiert und eine biologische Variabilität von 1.5-3% berücksichtigt werden ^{38/51/52}.



Bezüglich
Maximale Leistung und
4 mmol/L Leistung

Folgende Veränderungen zwischen 2 Tests werden als **praxisrelevant** (durch Training oder Trainingspause verursacht, oder durch andere bekannte Gründe) angesehen und als solche interpretiert:

Laufband:	+/- 0.5 km/h
Fahrrad, Ruderergometer	+/- 0.25 Watt/kg; 15 Watt
Kanu	+/- 0.08-0.17 Watt/kg; 5-10 Watt

Falls **andere Messparameter** (Hf, Borg) eine Veränderung in die **gleiche Richtung** aufweisen, können auch geringere Effekte als gesichert bezeichnet werden:

Laufband:	+/- 0.3 km/h
Fahrrad, Ruderergometer	+/- 0.08-0.17 Watt/kg; 5-10 Watt
Kanu	+/- 0.05-0.08 Watt/kg; 3-5 Watt

Herzfrequenz

+/- 3 Schläge/Min
Wird korrigiert nach Schwankung der maximalen Herzfrequenz.
Nur in Kombination mit anderen Messparametern.

Testhäufigkeit

Minimaler zeitlicher Abstand

Der minimale zeitliche Abstand zwischen 2 Ausdauertests sollte (4-)6 Wochen betragen.
Ausnahmen bei speziellen Fragestellungen (Bsp. nach Höhenttraining)

Maximale Testanzahl/Jahr

Es werden grundsätzlich nicht mehr als 6 Ausdauertests/Jahr durchgeführt (bei Ausdauersportarten); andererseits wird keine minimale Testhäufigkeit vorgeschrieben. Diese 6 Ausdauertests/Jahr sind auch als obere Limite der vom SOV bezahlten Tests für Ausdauerathleten anzusehen. Für andere Sportarten muss die maximale jährliche Testanzahl erst noch definieren.



Literatur

1. P. Flore et al.; Influence of moderate cold exposure on blood lactate during incremental exercise ; Eur J Appl Physiol : (64) 213-217, 1992
2. Held T. et al. ; Effects of acute hypoxia on submaximal oxygen uptake, Maximal oxygen uptake and arterial haemoglobin saturation in trained and untrained persons; abstract for ESCSS2000; 2000
3. Niess A. et al.; Laktatverhalten bei extensiven Tempolastbelastungen unter Flachland- und moderaten Höhenbedingungen ; Leistungssport: 49-52, 1999
4. Atkinson G. and Reilly Th.; Circadian Variation in Sports Performance; Sports Med: (21) 292-312, 1996
5. Youngstedt S. and O'Connor P.; The Influence of Air Travel in Athletic Performance; Sports Med: (28) 197-207, 1999
6. Marti B. et al.; Beeinflusst ein früher vs. später vormittäglicher Testzeitpunkt die Ergebnisse eines Ausdauerleistungstests ?; Schweiz. Z. Sportmed. Sporttraumat. : (46) 155-158, 1998
7. Frankovich R. and Lebrun C.; Menstrual Cycle, Contraception, and performance; Clin Sports Med: ((19) 251-271, 2000
8. Hargreaves M.; Skeletal Muscle Carbohydrate Metabolism during Exercise; in Exercise Metabolism; Human Kinetics: 41-72, 1995
9. Kopke et al.; Effect of varying exercise intensity on glycogen depletion in human muscle fibres; Acta physiol Scand: (125) 398-405, 1985
10. Heck H.; Laktat in der Leistungsdiagnostik; Hofmann Schorndorf Verlag: 1990
11. Ivy et al.; Alteration in the Lactate Threshold with Changes in Substrate Availability ; Int J Sports Med: (2) 139-142, 1981
12. Hughes et al.; Effects of glycogen depletion and pedaling speed on anaerobic threshold; J Appl Physiol: (59) 1598-1607, 1982
13. Yoshida T.; Effect of Dietary Modifications on Anaerobic Threshold; Sports Med: (3) 4-9, 1986
14. Yoshida T.; Effect of dietary modifications on lactate threshold and onset of blood lactate accumulation during incremental exercise; Europ J Appl Physiol: (53) 200-205, 1984
15. Berry M. et al.: Dissociation of the ventilatory and lactate thresholds following caffeine ingestion; Med Sci Sports Exerc: (23) 463-469, 1991
16. D'Urzo A. et al.: Effect of caffeine on ventilatory responses to hypercapnia, hypoxia, and exercise in humans; J Appl Physiol; (68) 322-328, 1990
17. Borg G.; An Introduction To Borg's RPE-scale; Mouvement Publications, Ithaca; 1985
18. Forsyth J. and Farrally M.; A comparison of lactate concentration in plasma collected from the toe, ear and fingertip after a simulated rowing exercise; Br J Sports Med: (34) 35-38, 2000
19. Dassonville J. et al.; Blood lactat concentrations during exercise: effect of sampling site and exercise mode. J. Sports Med. Phys Fitness: (38) 39-46, 1998
20. Bishop P., Martino M.; Blood Lactate Measurement in Recovery as an Adjunct to Training; Sports Medicine: (16) 5-13, 1993
21. Billat L.; Use of Blood Lactat Measurements for Prediction of Exercise Performance and for Control of Training; Sports Medicine: (22) 157-175, 1996
22. Howley E., Bassett D., Welch H.; Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary; Medicine and Science in Sports and Exercise; 27 (9), 1292-1301, 1995
23. McConnell T.: Practical Considerations in the Testing of VO₂max in Runners; Sports Medicine: (5) 57-68, 1988
24. Weltmann A.; The Blood Lactate Response to Exercise'; Human Kinetics, Champaign; 1995
25. Bourdon P. ; Blood Lactate Transition Tresholds: Concepts and Controversies; in 'Physiological Tests for Elite Athletes'; Gore C; Human Kinetics, Champaign: 50-65, 2000
26. Sjödin B. and Jacobs I.; Onset of Blood Lactate Accumulation and Marathon Running Performance; Int J Sports Med: (2) 23-26, 1981
27. Duggan A. et al.; Blood Lactate at 12km/h and vOBLA as Predictors of Run Performance in Non-Endurance Athletes ; Int J Sports Med: (11) 111-115, 1990
28. Yoshida T. et al.; Significance of the contribution of aerobic and anaerobic components to several distance running performances in female athletes; Eur J Appl Physiol: (60) 249-253, 1990
29. Fay L. et al.; Physiological parameters related to distance running performance in female athletes ; Med Sci Sports Exerc: (21) 319-324, 1989



30. Scott B. et al.; Peak Running Velocity is Highly Related to Distance Running Performance ; Int J Sports Med: (15) 504-507, 1994
31. Hawley J. and Noaks T.; Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists; Eur J Appl Physiol: (65) 79-83, 1992
32. Noaks T. et al.; Peak treadmill velocity during VO₂max test predicts running performance ; J Sports Sci: (8) 35-45, 1990
33. Held T. , Marti B.; Substantial Influence of Level of Endurance Capacity in the Association of Perceived Exertion with Blood Lactate Accumulation; Int J Sports Med.; (20) 34-39, 1999
34. Foxdal et al. ; Comparison of Blood Lactate Concentrations Obtained During Incremental and Constant Intensity Exercise ; Int J Sports Med : (17) 360-365, 1996
35. Urhausen A. et al.; Aktuelle Marker für die Diagnostik von Überlastungszuständen in der Trainingspraxis; Dtsch Z Sportmed: (51) 226-233; 2000.
36. Meyer T. et al.; Is determination of exercise intensities as percentages of VO₂max or Hrmax adequate? Med Sci Sports Exerc; (31), 1342-1345, 1999
37. Weltman A., et al.; Percentages of Maximal Heart Rate, Heart Rate Reserve and VO₂max for Determining Endurance Training Intensity in Male Runners; Int J Sports Med: (11) 218-222, 1990
38. Katch V., Sady St., Freedson P.; Biological variability in maximum aerobic power; Med Sci Sports Exerc: (14), 21-25, 1982
39. Held T.; Datenbank; SWI Magglingen; 2000
40. Zavorsky G.; Evidence and Possible Mechanisms of Altered Maximum Heart Rate With Endurance Training and Tapering; Sports Med: (29) 13-26, 2000
41. Held T. , Marti B.; Einfluss des Dauerleistungsvermögens auf die Herzfrequenz während und nach Laufbandstufentest; Schweiz. Z. Sportmed. Sporttraumat.: 19-23, 1995
42. Boutellier U. and Spengler Ch.; VO₂max als Mass für die Ausdauerleistungsfähigkeit ?; Schweiz. Z. Sportmed. Sporttraumat.; (47) 118-122, 1999
43. Farrell P. et al.; Plasma lactate accumulation and distance running performance; Med Sci Sports Exerc: (11) 338-344, 1979
44. Thoden J.; Testing Aerobic Power; in 'Physiological Testing of High-Performance Athlete', MacDougall J., Wenger H., Green H.; Human Kinetic, Champaign , Illinois: 107-0174, 1991
45. Denis C. et al. ; Effects of 40 Weeks of Endurance Training on the Anaerobic Threshold ; Int J Sports Med : (3) 208-214 ; 1982
46. Sjodin et al.; Changes in the onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscles enzymes after training at OBLA ; Eur J. Appl. Physiol: (49) 45-57, 1982
47. Howley E., Bassett D., Welch H.; Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary; Med Sci Sports Exerc: (27) 1292-1301, 1995
48. Duncan G., Howley E., Johnson B.; Applicability of VO₂max criteria: discontinuous versus continuous protocols; Med Sci Sports Exerc: (29) 273-278, 1997
49. McConnell T.: Practical Considerations in the Testing of VO₂max in Runners; Sports Med: (5) 57-68, 1988
50. Marti B., Laukkanen R., Held T.; Beurteilung der Ausdauer aufgrund der VO₂max: Standard des BASPO; Schweiz. Z. Sportmed. Sporttraumat.; (4): 173-174, 1999
51. Pfitzinger P and Freedson P. S.; The Reliability of Lactate Measurements During Exercise; Int J Sports Med: (19) 349-357, 1998
52. Heitkamp H.-Ch et al.; The Reproducibility of the 4 mmol/l Lactate Threshold in Trained and Untrained Women; Int J Sports Med: (12) 363-368, 1991
53. Paton C. D., Hopkins W. G.; Tests of Cycling Performance; Sports Med.: (7) 489-496, 2001
54. Mühlebach R.: Unterschiede der Leistung, sowie des Herzfrequenz-Laktat- und VO₂max.-Verhaltens bei unterschiedlichen Testprotokollen auf dem Fahrradergometer. Inaugural-Dissertation, Medizinischen Fakultät Universität Zürich: 1999.
55. Coen B., Urhausen A., Kindermann W.: Individual Anaerobic Threshold: Methodological Aspects of its Assessment in Running. Int. J. Sports Med., 22: 8-16, 2001.
56. Feliu J., Ventura JL., Segua R., Rodas G., Riera J., Estruch A., Zamora A., Capdevila L.: Differences between lactate concentration of samples from ear lobe and the finger tip. J. Physiol. Biochem., 12: 333-339, 1999.



Version 1.0 September 2000
Version 2.0 August 2001
Version 3.0 Februar 2003

Dr. med. Markus Tschopp,
Sportwissenschaftliches Institut
Bundesamt für Sport
CH-2532 Magglingen
0041 (0)32 327 61 22
markus.tschopp@baspo.admin.ch

In Zusammenarbeit der SOMCs Davos, Leukerbad, Magglingen, Muttenz, Zürich



Anhang

Athleteninformation zur Testvorbereitung	28
Checkliste	29
Hinweise zur Checkliste	30
Borgskala	32
Instruktion zur Borgskala	29
Testprotokolle (Herzfrequenz gestützt, Laktat gestützt, VO2max-Messungen)	
▪ Laufband	34
▪ Fahrradergometer	36
▪ Ruderergometer	37
▪ Schwimmen	38
▪ Kanuergometer	38
▪ Skigang	39



Athleteninfoblatt zur Testvorbereitung

Um die effektive Leistungsfähigkeit beurteilen zu können, sollte ein Ausdauerleistungstest optimal, d.h. wie ein Wettkampf vorbereitet werden.

Das bedeutet insbesondere, dass keine Wettkämpfe und intensiven Trainings 48h vor dem Test durchgeführt werden sollten (bei Wettkämpfen in den letzten 48h vor dem Test wird prinzipiell kein Ausdauerstest durchgeführt).

Zudem sollte auf genügend Schlaf und genügend Flüssigkeitszufuhr geachtet werden.

Es sollte keine Änderung bezüglich gewohnter Ernährung vorgenommen werden.

Da die Ernährung vor dem Test einen starken Einfluss auf gewisse Messwerte (Bsp. Laktatproduktion) haben kann, sollte die Ernährung aus Gründen der Vergleichbarkeit von Testresultaten vor jedem Test ähnlich sein.

Insbesondere ist auch darauf zu achten, die letzte Nahrung vor dem Test (Frühstück, Kaffee, Flüssigkeitsmenge) wie gewohnt und immer gleich einzunehmen.

Aktuell durchgeführte Diätmassnahmen (Bsp. Trennkost, Gewichtsreduktion, Fettdiät, Carboloadung) müssen nicht unterbrochen werden, sind aber beim Test anzugeben.

Wichtig ist eine rechtzeitige Meldung von Krankheit, Verletzung oder Unpässlichkeiten, die eine Durchführung verhindern, damit vorzeitig ein neues Datum arrangiert werden kann.

Trainingstagebücher und Krankengeschichte nicht vergessen!



Name: _____ Vorname: _____ Geb.datum: _____
 Gewicht: _____ Grösse: _____ SOV-Ausweis-Typ: kein A.
 Testdatum/Testzeit: _____ / _____ . _____ Uhr Kader: kein K.

1. **Trainingsphase** Aufbau Vorwettkampfphase Wettkampf
 Rehabilitation
2. **Letzter Wettkampf** Wann: _____ Was: _____
3. **Bestleistung** (Weite/ Zeit/ Rang): _____
4. **Training** Trainingsumfang: _____ h/Woche (Jahresdurchschnitt)

	Art	Gesamt-Dauer				Gesamt-Intensität		
		<60'	60-120'	>120'	>300'	locker	mittel	hart/Intervall
heute:	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gestern:	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vorgestern:	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. **Ernährung** Normal
 Kohlenhydrat-Diät Diät zur Gewichtsreduktion
 Trennkost Fett-Diät (Beginn < 4 Tg)
 Letzte Mahlzeit vor (Zeit): _____ Was : _____

Coffein (letzte 12h) nein ja Menge/ Was : _____
 Alkohol (Vorabend) nein ja Menge/ Was : _____

5. **Krankheit** (letzte 14 Tage): keine : _____
6. **Verletzungen/Unfälle** (seit letztem Test): keine : _____
7. **Beschwerden am Testtag** keine : _____
8. **Regelm. Medikamente** _____ letzte Einnahme: _____
9. **Supplemente** (Bsp. Kreatin): _____ letzte Einnahme: _____

10. Nur für Frauen noch keine Menstruation
 Menstruation Zyklusdauer 21-35 Tg 36-90 Tg keine
 Letzte Menstruation vor : _____ Tagen Pille ja nein

11. **Befindlichkeit** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Ankreuzen (wie fühle ich mich heute: 1=katastrophal, 10=super)

12. **Test-Motivation** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Ankreuzen (Wie stark bin ich für den Test motiviert: 1=überhaupt nicht, 10=maximal)

13. **dominante Seite** nur falls Krafttest links rechts beidseits
 definieren (Schussbein, Sprungbein usw.): _____

14. **Andere mögliche Einflussfaktoren** _____



Hinweise zur Checkliste

Trainingsvorbelastung

Die Trainingsvorbelastung kann sowohl durch die allgemeine Ermüdung als auch durch eine Entleerung der Glykogenspeicher zu einer verminderten Leistung im Leistungstest führen. Insbesondere ist zu beachten, dass durch reduzierte Glykogenspeicher auch die Laktatproduktion vermindert ist (Bsp. tiefere Baseline), was bei einer bestimmten Belastung zu verminderter Laktatkonzentration führt und somit falsch hohe Werte bei fixen Laktatleistungen (Bsp. 4mmol/L) vorgibt. Eine Entleerung der Glykogenspeicher ist bei harten Trainings oder Trainings in Intervallform (Spisportarten) schon ab 60' zu erwarten. In einer mittleren Intensität erst bei längerer Trainingsdauer (>120'). Eine lockeres Training führt erst bei mehrstündiger Trainingsaktivität zu einer Glykogenentleerung mit Einfluss auf das Laktatverhalten. Somit muss eine Trainingsvorbelastung bei harter/intervallartiger Intensität ab 60' (= 'hartes Training' Eingabe in Software Progress), bei mittlerer Intensität ab 120' oder bei lockerer Intensität von mehreren Stunden (= 'langes Training' Eingabe in Software Progress) bei der Testauswertung angegeben werden.

Ernährung

Eine Reduktion der Glykogenspeicher ist ebenfalls bei Diäten mit reduziertem KH-Gehalt (Fettdiät innerhalb 4 Tage nach Diätbeginn, Gewichtsreduktionsdiät, Trennkost) oder bei Alkoholkonsum am Vorabend (Hemmung der Gluconeogenese ab ca. 1 Liter Bier oder 5dl Wein) zu erwarten und führen dementsprechend zu eher niedrigeren Laktatwerten.

Alkoholkonsum am Vorabend hat zudem über sowohl metabolische (Citratzyklus, Dehydratation) als auch psychische (Stimmungslage, Hypersensibilität auf äussere Stimuli) Ursachen eine Reduktion der Maximalleistung und der VO₂max zur Folge.

Ernährungsformen mit Kohlenhydratanteilen von ca. 70% können die Laktatproduktion erhöhen (erhöhte Baseline), sind aber nur bei bewussten Kohlenhydratdiäten (auch sog. Carboloadung) zu erreichen.

Ebenfalls kann die Laktatproduktion durch die letzte Nahrungsaufnahme vor dem Test beeinflusst werden. Eine Erhöhung der Blutglucose durch Aufnahme von Glucose in flüssiger oder fester Form (Bsp. gewöhnliches Frühstück mit Müesli oder Konfitüre) führt im Gegensatz zum nüchternen Zustand (letzte Nahrung vor > 4h) zu erhöhter Laktatbaseline. Somit müssen auf der Testauswertung Diätmassnahmen, Alkoholkonsum am Vorabend und die letzte Mahlzeit vor dem Test aufgeführt werden, falls sie das Testresultat beeinflussen.

Da diese Rahmenbedingungen also nicht nur die Maximalleistung (und ev. VO₂max) beeinflussen, sondern auch die Leistung bei einer fixen Laktatkonzentration (4mmol/L-Leistung) und das maximale Laktat, müssen, damit Veränderungen dieser Messparameter beurteilt werden können, beeinflussende Faktoren in einem Testverlauf aufgeführt sein.



Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Testqualität hinsichtlich Athletenvorbereitung gut ist, falls folgende

Bedingungen zutreffen:

- keine Wettkämpfe 48h vor dem Test
- keine harten/intervallartigen Trainings von >60' Dauer in den letzten 48h vor dem Test
- keine Trainings mit mittlerer Intensität von >120' Dauer in den letzten 48h vor dem Test
- keine Trainings mit lockerer Intensität von mehreren Stunden in den letzten 48h vor dem Test
- keine kohlenhydratarme Diät (Trennkost, Fettdiät Beginn < 4Tg, Gewichtsreduktionsdiät)
- keine Kohlenhydrat-Diät (>70% KH)
- kein Alkohol am Vorabend
- nicht nüchtern
- keine Krankheit in den letzten 14 Tagen
- allgemeine Befindlichkeit > 6
- routinemässiger Testzeitpunkt (Vormittag/Nachmittag)

Sollten diese Bedingungen nicht vorliegen, kann das Testergebnis durch externe Faktoren beeinflusst sein. Dadurch ist die Testqualität hinsichtlich Athletenvorbereitung beeinträchtigt oder gar mangelhaft. Diese Abweichungen müssen auf der Testauswertung vermerkt werden.



Borgskala

6 Überhaupt keine Anstrengung

7 Extrem locker

8

9 Sehr locker

10

11 Locker

12

13 Einwenig hart

14

15 Hart

16

17 Sehr hart

18

19 Extrem hart

20 Maximale Anstrengung

© Gunnar Borg 1985



Instruktionen zur Borgskala

Während des Tests wollen wir, dass du dein Empfinden der Anstrengung bewertest. Du sollst dafür diese Skala brauchen, wo 6 überhaupt keine Anstrengung und 20 eine maximale Anstrengung bedeutet. Ziffer 9 ist eine sehr lockere körperliche Belastung, wie einige Minuten langsames Spazieren (für gesunde Leute). Ziffer 13 auf dieser Skala ist eine schon etwas harte Belastung. Es geht aber immer noch gut, und du solltest keine Probleme haben, so weiter zu machen. Wenn du zur Ziffer 17 kommst, ‚sehr hart‘, ist es wirklich sehr anstrengend, du kannst zwar noch weiter machen, jedoch musst du dich dazu sehr stark antreiben. Die Ziffer 19 ist schon eine extrem anstrengende Belastung. Für die meisten Leute ist diese Belastung gleich anstrengend wie die grösste körperliche Anstrengung, die sie bisher erlebt haben. Versuche dein Gefühl der Anstrengung so ehrlich wie möglich abzuschätzen. Du sollst es weder unterschätzen, noch überschätzen. Einige Leute sind ein bisschen zu wenig sensibel oder wollen ‚tapfer‘ sein und beurteilen die Anstrengung zu tief. Versuche dagegen die Anstrengung so zu fühlen wie du sie wahrnimmst. Achte nicht darauf, wie hoch die objektive Belastungseinstellung am Testgerät ist. Wir sind nur an deinem eigenen Leistungs- und Anstrengungsgefühl interessiert. Schau auf die Skala und die Bezeichnungen und gib uns eine Zahl an. Du kannst sowohl eine ganze als auch halbe Zahl angeben.



Testprotokolle (aus Rickli-Bericht 1999)

Laufbandprotokolle

1. Herzfrequenz allein

Conconitest

Anfangsbelastung:	5.0-14.0	km/h	bei Männern
	5.0-14.0	km/h	bei Frauen
Belastungsänderung:	0.5	km/h	nach jeweils 200 m
Stufendauer:			gemäss Conconiprotokoll
Anfangssteigung:	0	%	
Steigungsinkrement:	0	%	
Laufbandbeschleunigung:	fix	m/s ²	
Pause zw. den Stufen:	0	Sekunden	
Laktat:			Optional nach Abbruch, 2 Minuten nach

Borg:	nach Ende der 2., 4., 6. usw. Stufe
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)
Auslaufen:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung

2. Herzfrequenz und Laktat (VO₂ max. als Option)

Laufbandstufentest (mit oder ohne VO₂ max. Messung)

Anfangsbelastung:	5.4-12.6	km/h	bei Männern
	5.4-12.6	km/h	bei Frauen
Belastungsänderung:	1.8	km/h	
Stufendauer:	3	Minuten	
Anfangssteigung:	0	%	
Steigungsinkrement:	0	%	
Laufbandbeschleunigung:	fix	m/s ²	
Pause zw. den Stufen:	30	Sekunden	
Laktat:	Nach jeder Stufe, nach Abbruch, 2 Minuten nach		
Borg:	Skala 6-20 Angabe, nach jeder Stufe und nach Abbruch		
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)		
VO ₂ max.:	als Option		
Auslaufen:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung		

Steigungsprotokoll (mit oder ohne VO₂ max. Messung)

Anfangsbelastung:	7.2-12.6	km/h	bei Männern
	5.4-10.8	km/h	bei Frauen
Belastungsänderung:	1.8	km/h	
Stufendauer:	3	Minuten	
Anfangssteigung:	2	%	bis Ende Stufe 12.6 km/h.
Steigungsinkrement:	2	%	nach erreichter Stufe 14.4 km/h
Laufbandbeschleunigung:	fix	m/s ²	
Pause zw. den Stufen:	30	Sekunden	



Laktat:	Nach jeder Stufe, nach Abbruch, 2 Minuten nach
Borg:	Skala 6-20, Angabe nach jeder Stufe und nach Abbruch
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)
VO ₂ max.:	als Option
Auslaufen:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung

Kapazitätstest

Konzept:	6 x 3 Min.	Wettkampftempo oder im Schwellenbereich
Anfangsbelastung:	frei	km/h je nach angestrebtem Wettkampftempo oder Zeit über 10'000 m und mehr
Belastungsänderung:	0	km/h
Stufendauer:	3	Minuten
Anfangssteigung:	0	%
Steigungsinkrement:	0	%
Laufbandbeschleunigung:	fix	m/s ²
Pause zw. den Stufen:	30	Sekunden
Laktat:	Nach jeder Stufe, nach Abbruch, 2 Minuten nach	
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)	
Auslaufen:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung	

Steady-state-Submaximaltest

Anfangsbelastung:	5.4-14.4	km/h	bei Männern
	5.4-14.4	km/h	4-5 Stufen unterhalb 4 mmol-Leistung bei Frauen
Belastungsänderung:	1.8	km/h	
Stufendauer:	5	Minuten	
Anfangssteigung:	0	%	
Steigungsinkrement:	0	%	
Laufbandbeschleunigung:	fix	m/s ²	
Pause zw. den Stufen:	30	Sekunden	
Laktat:	Nach jeder Stufe, nach Abbruch, 2 Minuten nach		
Borg:	Skala 6-20, Angabe nach jeder Stufe und nach Abbruch		
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)		
VO ₂ max.:	als Option		
Auslaufen:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung		

3. VO₂-max.**VO₂-max. Protokoll (ev. im Anschluss an Submaximaltest)**

Anfangsbelastung:	12.0-18.0	km/h	bei Männern
	10.0-17.0	km/h	bei Frauen
Testdauer	4.0-8.0	Minuten	maximal
Belastungsänderung 1			Rampprotokoll bis ca. 2.5 km/h unterhalb Max. Leistung
Stufendauer 1			Rampprotokoll bis ca. 2.5 km/h unterhalb Max. Leistung
Belastungsänderung 2	0.5	km/h	für die letzten 5 Stufen bis Max. Leistung
Stufendauer 2	30	Sekunden	für die letzten 5 Stufen bis Max. Leistung
Anfangssteigung	5.0-10.0	%	5% Untrainierte, 10% Trainierte
Steigungsinkrement:	0	%	
Laufbandbeschleunigung	fix	m/s ²	



Pause zw. den Stufen	0	Sekunden
Laktat	Laktat nach Abbruch	
Borg	nein	
Herzfrequenz	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)	
Auslaufen	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung	

--

Veloprotokolle

1. Herzfrequenz allein

Conconitest

Anfangsbelastung:	100	Watt	bei Frauen ev. 60, 80,-160,Watt
	100	Watt	bei Männern ev. 60, 80,-160 Watt
Belastungsänderung:	20	Watt	nach jeweils 12 Kj Arbeit
Stufendauer:			gemäss Conconiprokoll
Pause zw. den Stufen:	0	Sekunden	
Laktat:			Optional nach Abbruch, 2 Minuten nach

Borg:	nein		
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)		
Ausfahren:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung		

2. Herzfrequenz und Laktat (VO₂ max. als Option)

Velostufentest (mit oder ohne VO₂ max. Messung)

Anfangsbelastung:	100-220	Watt	bei Männern
	70-190	Watt	bei Frauen
Belastungsänderung:	30	Watt	
Stufendauer:	3	Minuten	
Pause zw. den Stufen:	0	Sekunden	
Laktat:	Nach jeder Stufe, nach Abbruch, 2 Minuten nach		
Borg:	Skala 6-20 Angabe, nach jeder Stufe und nach Abbruch		
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)		
VO ₂ max.:	als Option		
Ausfahren:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung		

Steady-state-Submaximaltest

Anfangsbelastung:	100-340	Watt	bei Männern 4-5 Stufen unterhalb 4 mmol-Leistung
	70-280	Watt	bei Frauen 4-5 Stufen unterhalb 4 mmol-Leistung
Belastungsänderung:	30	Watt	
Stufendauer:	5	Minuten	
Laktat:	Nach jeder Stufe, nach Abbruch, 2 Minuten nach		
Borg:	Skala 6-20, Angabe nach jeder Stufe und nach Abbruch		
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)		
VO ₂ max.:	als Option		



Ausfahren: Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme,
danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung

3. VO₂-max.

VO₂-max. Protokoll (ev. im Anschluss an Submaximaltest)

Anfangsbelastung:	160-310	Watt	bei Männern
	130-280	Watt	bei Frauen
Testdauer:	4.0-8.0	Minuten	maximal
Belastungsänderung 1:	1 Watt/Sek.	Rampprotokoll bis ca. 75 Watt unterhalb P _{max} .	
Stufendauer 1:	1 Sek.	Rampprotokoll bis ca. 75 Watt unterhalb P _{max} .	
Belastungsänderung 2:	15	Watt	für die letzten 5 Stufen bis P _{max} .
Stufendauer 2:	30	Sekunden	für die letzten 5 Stufen bis P _{max} .
Pause zw. den Stufen:	0	Sekunden	
Laktat:	Laktat nach Abbruch, 2 Minuten nach		
Borg:	nein		
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)		
Ausfahren:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung		

Ruderprotokolle

1. Herzfrequenz und Laktat (VO₂ max. als Option)

Ruderstufentest nach Aitken

Anfangsbelastung:	57.5% PB	Watt	bei Männern
	62.5% PB	Watt	bei Frauen
<i>Durchschnittliche Wattleistung die auf einem concept II über eine Strecke von 2000m geleistet werden kann entspricht 100% PB. Ausgehend von diesem Wert wird Stufe definiert.</i>			
Belastungsänderung:	7.5% PB	Watt	
Stufendauer:	6	Minuten	
Stufenanzahl:	4	Stufen	Männer: 57.5%, 65%, 72.5%, 80% Frauen: 62.5%, 70%, 77.5%, 85%
Pause zw. den Stufen:	1	Minute	
Laktat:	Nach jeder Stufe, nach Abbruch, 2 Minuten nach		
Borg:	Skala 6-20 Angabe, nach jeder Stufe und nach Abbruch		
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)		
VO ₂ max.:	als Option		
Ausfahren:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung		

2. VO₂-max.

VO₂-max. Protokoll

Anfangsbelastung:	120-360	Watt	bei Männern
-------------------	---------	------	-------------



Testdauer:	100-340	Watt	bei Frauen
Belastungsänderung:	4.0-8.0	Minuten	1 Minute Maximalbelastung
Stufendauer:	20	Watt	
Pause zw. den Stufen:	1	Minute	
Laktat:	0	Sekunden	
Borg:	Laktat nach Abbruch		
Herzfrequenz:	nein		
Ausfahren:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)		
	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung		

Schwimmprotokoll

1. Herzfrequenz und Laktat

Schwimmstufentest

Anfangsbelastung:	60% PB	Sekunden	bei Männern
	60% PB	Sekunden	bei Frauen
	<i>Persönliche Bestzeit über 200 m in der jeweiligen Lage entspricht 100% (PB)</i>		
	<i>Ausgehend von dieser Zeit wird nach jeder Stufe die Intensität um 10% gesteigert</i>		
Belastungsänderung:	10% PB	Sekunden	
Stufendauer:		variabel	
Stufenanzahl:	5	Stufen	Männer: PB +50%, +37.5%, +25%, +12.5%, Max Frauen: PB +50%, +37.5%, +25%, +12.5%, Max
Pause zw. den Stufen:	2	Minuten	
Laktat:	Nach jeder Stufe, nach Abbruch, 2 Minuten (u. 4 Min.) nach Testabbruch		
Borg:	Skala 6-20 Angabe, Angabe nach jeder Stufe		
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finnland)		
Schwimmstil (Lage):	frei wählbar	Ausser Vierlagen	
Ausschwimmen:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung		

Kanuprotokoll

1. Herzfrequenz und Laktat

Kanustufentest

	* spezifische Angaben	für Ergometertyp des schweiz.	Kanuverbandes
Ergometertyp*	dansprint	I Bergmann A/S	



Kalibration	vor jedem Test; gemäss Hersteller			
Einstellungen*	Seillänge am Sitzende:	40cm		
	Luftzufuhr	Stufe 5		
Notieren	Paddel*	Griffweite	links/rechts	in .5 cm
	Stemmbrett*	Anzahl sichtbare Löcher ab Sitz		
	Fusschlaufe*	Ja/nein		
	Sitznetz*	Ja/nein		
Einfahren	2-5 Min			
	Max. Anfangsbelastung: Dauer und Watt notieren			
Anfangsbelastung:	70/ 90	Watt	Männern	(Jun./Elite)
	70	Watt	Frauen	
Belastungsänderung:	20	Watt	Männer	
	15	Watt	Frauen	
Stufendauer:	3	Minuten		
Pause zw. den Stufen:	30	Sekunden		
Laktat:	Nach jeder Stufe, nach Abbruch, 2 Minuten nach Abbruch			
Borg:	Skala 6-20 Angabe, nach jeder Stufe und nach Abbruch			
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finland)			
VO ₂ max.:	als Option			
Schlagzahl	In jeder Stufe Mittelwert der letzten Minute			
Korrekturhinweis	Testleiter gibt Athleten Hinweis, falls Durchschnittsleistung > 10 Watt über Soll-Leistung (v.a. zu Beginn der letzten Stufe) → möglichst regelmässig fahren			
Testabbruch	Falls Durchschnittsleistung ≥ 5 Watt unter Sollleistung			
Ausfahren:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach individuelles Ausfahren			

Skigangprotokoll

1. Herzfrequenz und Laktat (VO₂ max. als Option)

Skigangstufentest (mit oder ohne VO₂max. Messung)

Anfangsbelastung:	7.5	km/h	bei Männern
	6.5-7.0	km/h	bei Frauen
Belastungsänderung:	0.5	km/h	einmalig ab 4.Stufe um 0.5 km/h
Stufendauer:	3	Minuten	
Anfangssteigung:	0	%	
Steigungsinkrement:	3	%	4% bei Damen
Laufbandbeschleunigung:		fix	
Pause zw. den Stufen:	0	Sekunden	
Laktat:	15 Sekunden vor Stufenwechsel, nach Abbruch, 2 Minuten nach		
Borg:	Skala 6-20 Angabe, nach jeder Stufe und nach Abbruch		
Herzfrequenz:	Registrierung in 5 Sek. Modus, (Polar Finland)		
VO ₂ max.:	als Option		
Auslaufen:	Erst nach 2Min.-Nachbelastungs-Laktatentnahme, danach cooling down mit 2/3 der Anfangsbelastung		