

**Verkürzung der Regenerationszeit im Spitzensport anhand der Veränderung der CK- Eliminationskurve durch den Einsatz der Bemer 3000 Therapie
nach Prof. Dr. Wolf A. Kafka.**

Eine placebokontrollierte Doppelblindstudie

Diplomarbeit

im Rahmen des Diplomtrainerlehrgangs DTLG 1 Elite 02/03

Trainerbildung Swiss Olympic

Vorgelegt von:

Karin Möbes

Projekteaches:

Diplom- Sportwissenschaftler H. Michaelis,
Direktor Akademie für Bioenergetik, Triesen

Dr. med. Beat Villiger

Swiss Alpine Medical Center SAMC, Bad Ragaz

Sportfachcoach:

René Kissling, Schweizerischer Triathlonverband

Grabs, 11. September 2003

Zusammenfassung

Intensive Muskelbelastung führt zu einer Schädigung der Muskelzelle, wobei Creatinkinase (CK) und andere Muskelenzyme wie Troponin, Aldolase, GOT aufgrund einer intrazellulären Destruktion oder Durchlässigkeit der Zellmembran ins Blut gelangen. Ziel der Studie war es, den Einfluss des Bemer 3000 auf die Entwicklung des CK- Wertes zu untersuchen.

Die Wirkung des elektromagnetischen Bemer 3000 Feldes auf den zeitlichen Ablauf der muskulären Regeneration wurde mittels einer placebokontrollierten Doppelblindstudie bei 17 gesunden SportlerInnen im Alter von 17 bis 46 Jahren untersucht. Zuvor wurde eine Pilotstudie durchgeführt, um das geeignete Testverfahren zu finden. Nach einem intensiven Belastungstest auf dem Abfahrtsskitrainer (Propriodynamics, made by Georg Hagmann) wurde das Bemer 3000 Therapiesystem mit Spulenmatte und Spulenkissen appliziert.

Gemäss der Ergebnisse aus der Pilotstudie wurden folgende Blutentnahmezeiten festgelegt: Ausgangswert vor Testbeginn, Wert nach 6h, 8h, 10h, 12h und 18h. Der CK- Wert wurde aus dem venösem Blut bestimmt.

Ergebnis:

Unter dem Einfluss des Elektromagnetfeldes (Bemer 3000 Verumgerät) kam es zu einem weniger hohen Anstieg und einem früheren Abfall der CK- Werte. Mit dem Placeboggerät (Bemer 3000, nicht funktionstüchtig) fielen die CK- Werte um durchschnittlich 2h später ab im Vergleich zum Verumgerät, was darauf hindeutet, dass die Schädigung der Muskelzellen geringer war und die Regeneration dadurch günstig beeinflusst wurde.

Es wird vermutet, dass die Permeabilität der Zellmembran schneller abnimmt und somit weniger CK ins Blut ausgeschüttet wird.

Erklärung

„Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die inhaltlich den im Literaturverzeichnis aufgeführten Quellen und Hilfsmittel entnommenen Stellen sind in der Diplomarbeit als Verweise in Klammern kenntlich gemacht. Diese Diplomarbeit ist noch nicht veröffentlicht worden. Sie ist somit weder anderen Interessenten zugänglich gemacht, noch einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden.“

Grabs, den 10.09.03

Karin Möbes

Dank

Ich danke Horst & Svenja Michaelis (Akademie für Bioenergetik, Triesen), Dr. Beat Villiger (Swiss Alpine Medical Center SAMC, Bad Ragaz) und Roger Vogel für die grosse Unterstützung beim Entwickeln des Studiendesigns und der Auswertung der Daten, sowie allen Testpersonen für ihr grosses Engagement!

Ein besonderer Dank gebührt der Firma Innomed International AG, Triesen, die diese Studie finanziell mitgetragen hat. Ohne ihre Unterstützung wäre es nicht möglich gewesen, diese Arbeit durchzuführen.

Den Firmen Bemer Medizintechnik, Triesen sowie Axon Lab AG, Baden- Dättwil und Leuenberger Medizintechnik (Polar), Wallisellen danke ich für die grosszügige Unterstützung mit Testgeräten und Material für die Untersuchungen.

Dem Sportfachchef René Kissling vom Schweizerischen Triathlonverband danke ich, dass er das Diplomprojekt bewilligt hat.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VI
1 Arbeitshypothesen und Ziele.....	1
1.1 Ausgangslage.....	1
1.2 Einführung in die Elektromagnetfeldtherapie	1
1.3 Geräte- Informationen	5
1.4 Wissenschaftliche Studien.....	6
2 Annahme und Zielparameter	8
2.1 Definition der Regeneration	8
2.2 Creatinkinase (CK).....	8
3 Ziel der Studie	10
4 Methodik, Vorgehensweise, Messmethode.....	10
4.1 Einschlusskriterien	11
4.2 Ausschlusskriterien	11
4.3 Probanden.....	11
4.4 Vorgehensweise, Messmethode	11
4.5 Statistische Methodik	12
4.6 Kritik der Methodik.....	13
5 Resultate	13
6 Diskussion und Schlussfolgerungen.....	22
6.1.1 Kritik	22

6.1.2	Ausblick.....	23
6.1.3	Persönliche Handlungskonsequenzen	23
	Literaturangaben.....	25
Anhang A	Statusbericht Diplomprojekt.....	27
Anhang B	Ergebnisse	33
Anhang C	Beispiel Protokolle Probanden	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Historische Elektromagnetfeldtherapiegeräte als Patentaufzeichnungen	2
Abbildung 1-2: Historisches Elektromagnetfeldtherapiegerät	3
Abbildung 1-3: Bemer 3000 Therapiesystem	4
Abbildung 1-4: Vergleich der Impulse verschiedener Elektromagnetfeldtherapiegeräte	5
Abbildung 5-1: Prozentualer durchschnittlicher CK- Verlauf im Vergleich Test 1 zu Test 2.	14
Abbildung 5-2: Absolute Mittelwerte der Creatinkinase im Regenerationsverlauf nach exzentrischer Belastung.....	14
Abbildung 5-3: Point of Deflection (PD) der Creatinkinase (CK)-Abbaukurve in Stunden nach Belastung:	15
Abbildung 5-4: CK- Verlaufskurve von Proband CS beider Testtage	19
Abbildung 5-5: Übersicht aller Laktatwerte und Angaben zur subjektiven Belastungseinschätzung nach Borg	20
Abbildung 5-6: Übersicht der absoluten und der prozentualen CK- Werte aller Athleten, Übersicht über Mittelwerte, T-Test und Standardabweichungen.....	21

1 Arbeitshypothesen und Ziele

1.1 Ausgangslage

Der Triathlonverband hat im Hinblick auf Athen ein spezielles Höhentrainingslager (Sleeping high, training low) absolviert um herauszufinden, ob dadurch die Leistungsfähigkeit der AthletInnen gesteigert werden kann. In der Höhe ist die Regeneration limitiert. Aus diesem Grunde ist es nicht jedem Athleten möglich, in der Höhe während mindestens 3 Wochen optimal zu trainieren.

Mich interessierte die Frage, ob die Regeneration mittels Elektromagnetfeldtherapie (Bemer 3000 Therapiesystem) positiv beeinflusst und somit eine Leistungssteigerung durch Erhöhung des Trainingsumfangs oder der Trainingsintensität erzielt werden könnte.

Da die Leistungsanforderungen im Spitzensport immer vielfältiger, die Wettkampfdichte immer grösser wird und die legalen Möglichkeiten zur Leistungssteigerung weitgehend ausgeschöpft sind, gewinnt die Regeneration mehr an Bedeutung.

Wer nach Training und Wettkampf schnell regeneriert, kann Trainingsumfang und Trainingsintensität erhöhen und somit eine Leistungssteigerung erzielen.

Eine verbesserte Regeneration bedeutet zudem ein geringeres Verletzungsrisiko!

Meine Fragestellung für die vorliegende Arbeit lautete deshalb:

Verkürzt sich nach intensiver sportlicher Belastung die muskuläre Regenerationszeit unter dem Einfluss eines Elektromagnetfeldes?

Ich habe mich im Rahmen dieser placebokontrollierten Doppelblindstudie nur auf die zeitliche Verlaufskurve des CK- Wertes konzentriert, im Wissen dass Parameter wie Troponin, Aldolase als sensiblere Marker des Zellschadens genutzt werden könnten, was aber aus finanziellen Gründen nicht möglich war.

1.2 Einführung in die Elektromagnetfeldtherapie

Einige Wissenschaftler, Ärzte und auch Sportler gehen davon aus, dass mittels Elektromagnetfeldtherapie die Regenerationszeit verkürzt werden kann.

Die heilende Wirkung von Magnetfeldern (Magnetstein) ist schon seit Jahrtausenden bekannt. Vor mehr als 2000 Jahren verwendeten chinesische Heilkundige Magnete zur Behandlung von Lähmungen und Rheuma.

Grosse Wissenschaftler wie Aristoteles, Plinius, Paracelsus und viele andere lobten die heilsamen Wirkungen von Magneten. Magnetfelder werden für Heilzwecke also schon sehr lange eingesetzt.

Die Entwicklung der Elektromagnetfeldtherapiegeräte begann vor ca.150 Jahren.

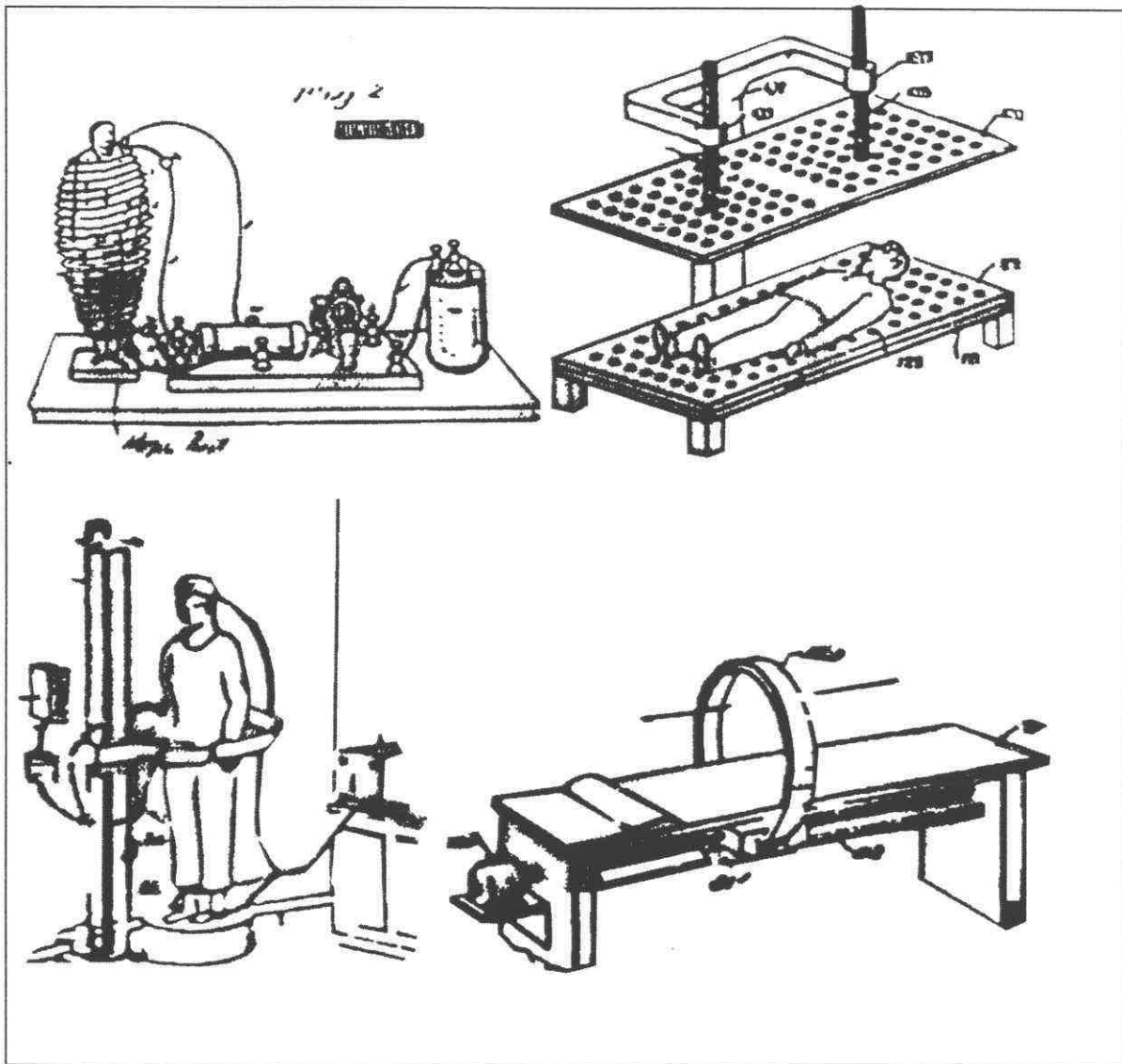


Abbildung 1-1: Historische Elektromagnetfeldtherapiegeräte als Patentaufzeichnungen

Quelle: nach Bemer Medizintechnik

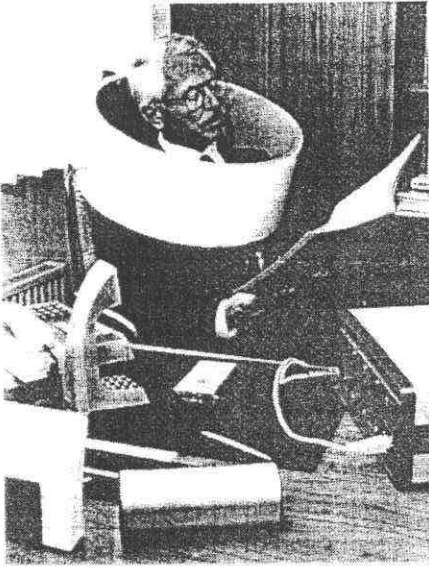


Abbildung 1-2: Historisches Elektromagnetfeldtherapiegerät

Quelle: nach Akademie für Bioenergetik

Die oben stehenden Abbildungen zeigen die ersten Patentaufzeichnungen von Magnetfeldtherapiegeräten. Röhrengeräte kann man heute noch teilweise in orthopädischen Arztpraxen finden. Sie funktionieren ähnlich wie die Pulsierende Signal Therapie (PST).

Ab Mitte des vorigen Jahrhunderts führten zwei Fakten zur Entwicklung der Elektromagnetfeldtherapie:

Die Entdeckung des piezoelektrischen Effektes des Knochens und die Probleme, die sich aus der bemannten Raumfahrt ergaben (Weltraumkrankheit).

Bereits in den 60er Jahren wurde erfolgreich mit Elektromagnetfeldern in Arztpraxen therapiert. Diese Therapien wurden vor allem in der Orthopädie eingesetzt. Damals arbeitete man mit höheren Intensitäten, was nicht von allen Leuten gut vertragen wurde oder manchmal nicht die optimale Wirkung erzielte. Zudem gab es keine Heimgeräte, welche die Patienten regelmässig einsetzen konnten. Die bestehenden Therapiegeräte waren nur für Arztpraxen erschwinglich.

Heute existieren viele verschiedene Heimgeräte auf dem Markt, die sich aber in der Intensität und Art des Impulses stark unterscheiden. Entsprechend der Parameter elektromagnetischer Felder unterscheidet man zwei Gruppen von Geräten.

Für die erste und damit ältere Gruppe werden sinusförmige Impulse oder mathematisch einfache Impulsformen verwendet. Durch die Überlagerung weniger sinusförmiger Wellen erhält man rechteck- oder trapezförmige Signale. Diese Systeme scheinen dort zu wirken, wo stoffwechselrelevante Prozesse durch bestimmte Frequenzanteile direkt angesprochen werden. Je

nach Indikation müssen einzelne Frequenzen manuell eingestellt werden, weshalb für einen optimalen Therapie- Erfolg eine exakte Diagnosestellung vorausgehen muss.

Da bei solchen Systemen zum Teil über längere Zeit mit relativ hohen Intensitäten (bis 200 Millitesla) therapiert werden muss, stellen sämtliche Metallimplantate sowie elektrische Implantate (z.B. Herzschrittmacher) eine Kontraindikation dar.

Die ersten Systeme der jüngeren Generation von Elektromagnetfeldtherapiegeräten wurden um 1990 von Prof. Dr. König und Dr. Warnke entwickelt. Durch Überlagerungen von sinusförmigen Wellen erhält man Impulsformen mit so genannten Exponentialfunktionen (Sägezahn).

Bereits niedrigste Intensitäten, die ungefähr dem geomagnetischen Feld der Erde (ca. 50 Mikrottesla) entsprechen, erzielen physiologische Wirkungen.

Diese Geräte können auch als Heimtherapiegeräte eingesetzt werden, da diese Systeme breite Wirkungen haben und nicht einer spezifischen Indikation entsprechend in ihrer Frequenz variiert und eingestellt werden müssen.

Ein Gerät, das technisch und physikalisch dem neuesten Stand entspricht, ist das Bemer 3000 Therapiesystem. Prof. Wolf A. Kafka entwickelte den Bemer 3000 Impuls und liess ihn patentieren.

Als Erster in der Elektromagnetfeldforschung ging Wolf A. Kafka davon aus, dass die messbaren physiologischen Effekte unter anderem ihren Ursprung in inter- und intramolekularen Wechselwirkungen haben könnten. Da durch gleichartige Impulse nur eng begrenzte masse- und ladungsabhängige Moleküle oder Ionen angesprochen werden, galt es, nach einer Impulsform zu suchen, die ein möglichst breites Band unterschiedlich schwerer und verschieden fest gekoppelter Moleküle zu stimulieren vermag.

Mit der Entwicklung des Bemer Impulses konnte eine Signalform realisiert werden, welche diese Anforderungen erfüllt.

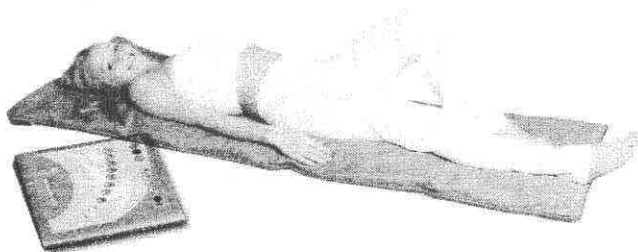


Abbildung 1-3: Bemer 3000 Therapiesystem

Quelle: nach Prof. Dr. Wolf A. Kafka

Der Impuls nach Prof. Dr. Wolf A. Kafka zeichnet sich durch ein breitbandiges Frequenz-Spektrum aus, wie es sonst kein Produkt bietet (siehe Abb. 1-4).

Ich habe mich deshalb entschieden, mit diesem Gerät die Regenerationsstudie durchzuführen.

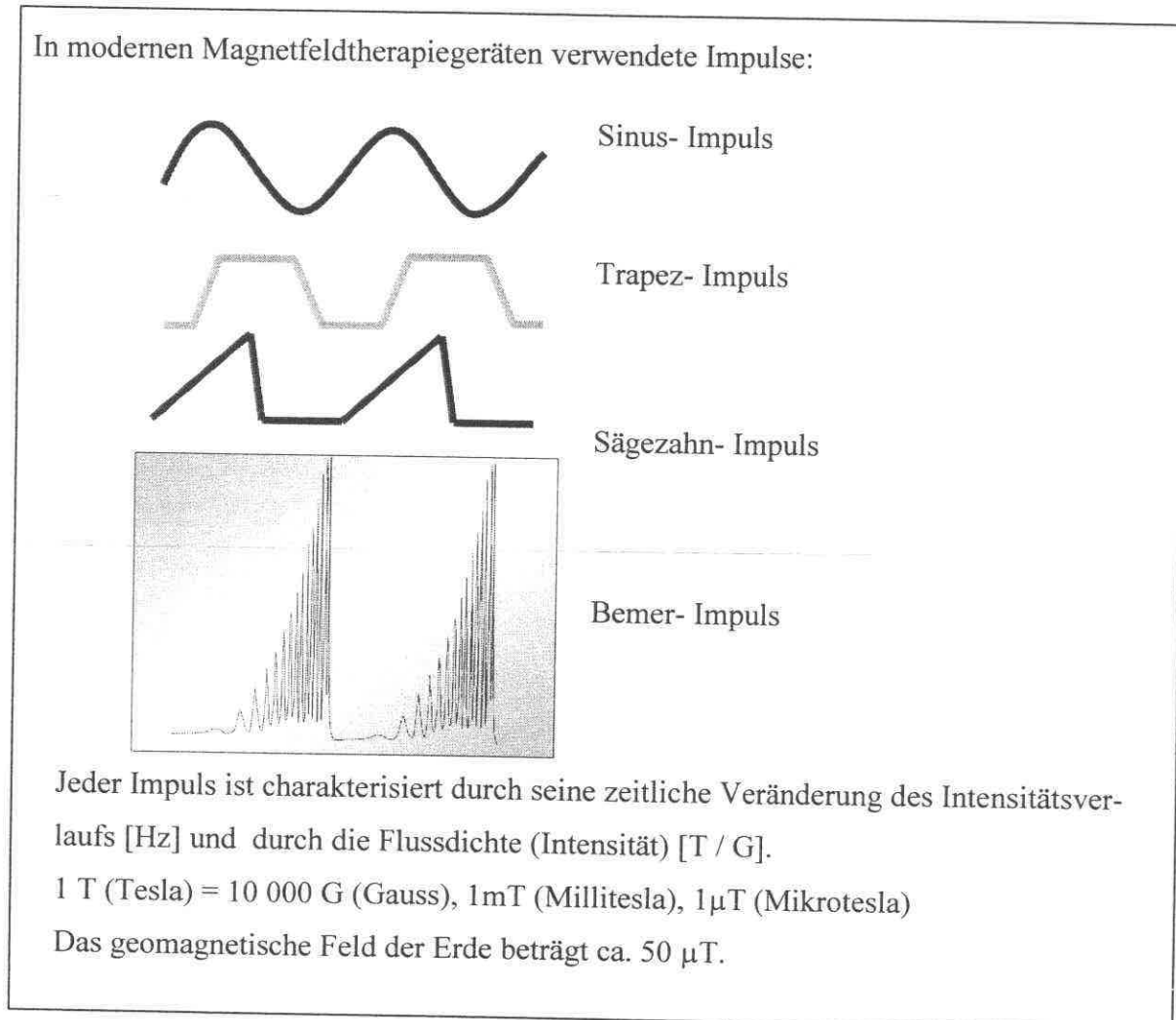


Abbildung 1-4: Vergleich der Impulse verschiedener Elektromagnetfeldtherapiegeräte

Quelle: nach Prof., Dr. Wolf A. Kafka

1.3 Geräte- Informationen

Das Bemer 3000 Therapiesystem besteht aus einem Steuergerät (Impulsgenerator), einer Spulenmatte, einem Intensivapplikator und einem Spulenkissen (optional).

In der Spulenmatte sind 4 Rundspulen im Bereich des Oberkörpers und 2 Ovalspulen im Bereich der Beine integriert, welche eine durchschnittliche Intensität von 3.5 Mikro-Tesla bis 35 Mikrotesla erreichen.

Mit dem spezifischen Bemer 3000 Impuls, der über die Spulen als magnetisches Feld den

Körper durchdringt, können komplexe physiologische Wirkungen ausgelöst werden, die den Organismus in seiner Funktions- und Leistungsfähigkeit unterstützen. Das elektromagnetische Feld durchdringt den Körper an vielen Stellen gleichzeitig, jedoch mit verschiedenen Intensitäten .

Für lokale Anwendungen bietet das Bemer 3000 Therapiesystem einen Intensivapplikator oder ein Spulenkissen, welches mit bis zu 100 Mikrottesla arbeitet. Es wird eingesetzt für gezielte Wirkungen in verschiedenen Körpertiefen, z.B. bei Verletzungen, Überlastungen oder anderen diagnostizierten Indikationen.

Im Sport wird das Spulenkissen bei hohen Übersäuerungen, wie sie z.B. bei Radfahrern in der Oberschenkelmuskulatur vorkommen, eingesetzt.

Gewöhnungseffekte oder Überdosierung sind beim Bemer 3000 Therapiesystem nicht bekannt. Als relative Kontraindikationen gelten frische Organtransplantationen.

Die Standardtherapie, zur Prävention und Erhaltung der Gesundheit, sieht zwei Anwendungen pro Tag à acht Minuten vor. Bei Krankheit, Verletzungen oder intensiven sportlichen Belastungen (Übersäuerung) sind Anwendungen alle drei bis vier Stunden sinnvoll.

1.4 Wissenschaftliche Studien

Wissenschaftliche Nachweise durch placebokontrollierte, klinische Doppelblindstudien wurden mit dem Bemer 3000 Therapiesystem zu folgenden Themen erbracht:

- Verbesserung der Durchblutung bis in die Mikrozirkulation [Michaelis, 2001]
- Verbesserung des Metabolismus roter Blutkörperchen [Spodaryk, 2001]
- Verbesserte Fliesseigenschaften des Blutes durch die Vereinzelung der Erythrozyten, nachgewiesen mittels Dunkelfeldmikroskopie [Malkomes, 2001]
- Verbesserte Wundheilung [Kafka, Preissinger, 2002]
- Verbesserte Knochenheilung [Jelinek, 2001]
- Entspannende Wirkung:

Reduktion von „Zahnarztangst“ durch Beeinflussung des vegetativen Nervensystems
=> Senkung Blutdruck und Pulsfrequenz [Michels-Wakili, Kafka, 2002]

- Verzögertes Auftreten von Muskelkater [Spodaryk, 2002]

In Ergänzung zu den klinischen Studien wurden an der Akademie für Bioenergetik (AFB) Untersuchungen mit Methoden der Elektroakupunktur, der Impedanzmessung (Sequex) sowie Photoplethysmographie durchgeführt.

Bei all diesen Verfahren lassen sich Veränderungen unter dem Einfluss des Bemer 3000 Therapiesystems nachweisen. Bei Elektroakupunktur und Impedanzmessung gibt es jedoch Probleme bei der Auswertung und Interpretation, da beide Systeme ungeeignet sind, intensitätsabhängige Reaktionen für den Anwender nachzuweisen.

Die AFB hat sich deshalb entschieden, sich an der Verbesserung der Durchblutung zu orientieren, da es sich dabei um einen relevanten Gesundheitsfaktor handelt. Diese Messungen können mittels Photoplethysmographie reproduzierbar durchgeführt werden. [Michaelis, 2001]

Durch die heutigen intensiveren Trainingsmethoden im Sport führen Überlastungen zu kleinen Verletzungen und Mikrotraumen, welche versorgt werden müssen. Somit ist die Chance gross, dass auch da Magnetfeldtherapie wirkungsvoll eingesetzt werden kann.

Von besonderer Relevanz im Sportbereich ist die „Muskelkaterstudie“, welche mit dem Bemer 3000 Therapiesystem in Polen von Prof. Spodaryk durchgeführt wurde. Es gelang ihm nachzuweisen, dass unter dem Einfluss des Bemer 3000 Therapiesystems ein Muskelkater, nach standardisierter Belastung, verzögert auftritt [Spodaryk, 2002].

Für das verzögerte Auftreten von Muskelkater existieren zwei Theorien:

1. Es werden mehr Endorphine freigesetzt, was weniger Schmerzen zur Folge hätte
2. Zellstrukturen konnten repariert werden.

Bezüglich der ersten Theorie müssten über Stunden, bzw. Tage, Endorphine vermehrt ausgeschüttet werden, da die „nicht reparierten Verletzungen“ Schmerzen verursachen würden.

Wahrscheinlicher ist, dass Zellstrukturen repariert worden sind. Wenn dies der Fall ist, müsste auch die Creatinkinase (CK)- Freisetzung gestoppt werden und die CK- Werte im Serum zeitlich früher abzufallen beginnen, was Untersuchungsgegenstand dieser Studie ist.

2 Annahme und Zielparameter

2.1 Definition der Regeneration

Regeneration bedeutet wissenschaftlich, dass eine geschädigte Struktur wiederhergestellt wird. „In der Phase der Regeneration wird der durch die Belastungs- Beanspruchungs- Regulation gestörte Gleichgewichtszustand (Homöostase) in den Körperfunktionen wiederhergestellt. Im Regenerationszeitraum (Erholung) setzen die aufbauenden (anabolen) Prozesse ein.“ [Neumann, Pfützner, Berbalk, 2001].

In dieser Studie wird die Regeneration als schnelleres Erholen von einer Schädigung der Muskelstrukturen definiert, da man davon ausgehen kann, dass eine geringere Schädigung die Regenerationsfähigkeit und somit die Wiederherstellung des Vorzustandes unterstützt.

Intensive oder lang andauernde sportliche Belastungen führen zu Mikrotraumen in der Muskulatur. Dadurch erhöht sich der CK- Wert im Blut. Da dieser normalerweise über Stunden ansteigt und nur langsam absinkt, gilt die CK- Verlaufskurve auch als Parameter für die Trainingssteuerung.

Es wird angenommen, dass das Ansteigen des CK- Wertes mit der Durchlässigkeit der Zellmembran zusammenhängt. Hohe Übersäuerungen schädigen die Zellmembranstruktur, was eine erhöhte Permeabilität zur Folge hat.

Geht man davon aus, dass das Elektromagnetfeld eine Stabilisierung der Zellmembranstruktur positiv beeinflussen kann, d.h. die „Reparatur“ der Zellmembran beschleunigt, bedeutet dies, dass der CK- Wert über einen verhältnismässig kürzeren Zeitraum ansteigt, der Maximalwert geringer ist und die CK- Werte schneller wieder auf das Ausgangsniveau zurückfallen.

Zur Konkretisierung der Studie führte ich eine Pilotstudie durch und legte danach die Zielparameter fest (siehe Anhang A, Pilotstudie).

2.2 Creatinkinase (CK)

Das Enzym Creatinkinase (CK) wird in zwei Untereinheiten M und B differenziert, weshalb drei spezifische CK- Werte unterschieden werden:

- CK- Wert Skelettmuskelzellen = CK MM
- CK- Wert Herzmuskelzellen = CK MB
- CK- Wert Gehirnzellen = CK BB

Da die Skelettmuskelzellen eine ca. 5mal höhere Konzentration an CK enthalten als Herzmuskel- oder Gehirnzellen, ist es ausreichend, bei Sportlern und gesunden Menschen nur den Gesamt- CK- Wert im Blutplasma zu bestimmen. Die Masseinheit ist Units pro Liter (U/l). Unter physiologischen Bedingungen kommt die CK im Blut nur in sehr geringer Menge vor. Liegt jedoch ein Muskelschaden z.B. Trauma, Muskelkater oder eine andere Überbeanspruchung der Skelettmuskulatur vor, gelangt mehr CK ins Blut und kann dort in entsprechend hoher Konzentration gemessen werden. Abhängig von Dauer und Intensität einer Belastung tritt CK zeitlich verzögert in die Blutbahn aus.

Da Trainingsbelastungen sich im Sport summieren und es länger dauert, bis die CK- eliminiert ist, hängt die Bestimmung der CK- Aktivität in Ruhe mit den Nachwirkungen vorangegangener Belastungen zusammen.

Nach Langzeitausdauerbelastungen steigen die CK- Erhöhungen bis auf 20'000U/l an [vgl. Studie Alpine Marathon, Dr. Beat Villiger 1986].

Für das Verhalten der CK- Aktivität liess sich ferner eine Abhängigkeit von der Intensität, z.B. der Laufgeschwindigkeit, berechnen [Hettinger, Hollmann 2000].

Besonders empfindlich reagiert die Muskulatur auf exzentrische Belastungen mit hohen Muskelspannungen, die leicht zu massiven CK- Anstiegen führen.

Die CK- Ausgangswerte sind bei jedem Menschen sehr verschieden, da die CK- Aktivität muskelfasertypabhängig ist. Die schnell kontrahierenden Muskelfasern (FTF Fasern) haben mehr CK als die langsam kontrahierenden Muskelfasern (STF Fasern).

Weiterhin ist die Konzentration in den glykolytisch arbeitenden Muskelfasern (FTG Fasern) grösser als in den oxidativ arbeitenden Muskelfasern (FTO Fasern).

In Bezug auf den Trainingszustand eines Menschen wurde festgestellt, dass in der Muskulatur eines Trainierten mehr CK enthalten ist, als beim Untrainierten.

Zusätzliche Erhöhungen werden als Folge von Muskelentzündungen (Myositis) und Muskelverletzungen festgestellt.

Die Interpretation der CK- Werte sollte deshalb grundsätzlich durch individuelle Vergleiche erfolgen.

Normwerte: Männer: 24-195 U/l

Frauen: 24-170 U/l

Da bei gleichwertiger Ausbelastung die Höhe des CK- Wertes individuell sehr verschieden sein kann, konzentrierte ich mich im Rahmen dieser Studie auf die Beeinflussung des CK- Anstieges, respektive CK- Abfalles, sowie auf die prozentuale Veränderung des CK- Wertes

im Zeitverlauf.

Bisher gibt es wenig aussagekräftige Studien und Literatur zum Thema Creatinkinase (speziell CKMB) und Trainingssteuerung, bzw. sportliche Belastung im Zusammenhang mit Regeneration. Die meisten CK- Studien wurden mit Herzpatienten durchgeführt und deren CK- Wert für Diagnosen angewendet.

3 Ziel der Studie

Ziel dieser Studie war es abzuklären ob sich unter dem Einfluss des Bemer 3000 Therapiesystems der maximale CK- Wert auf der Verlaufskurve verändert, z.B. sich zeitlich nach vorn verschiebt, oder weniger hoch ansteigt, respektive ob der Abbau des CK- Wertes beschleunigt wird.

4 Methodik, Vorgehensweise, Messmethode

Zur Definition der Methodik führte ich einen Pilotversuch mit 4 AthletInnen (2 Frauen, 2 Männer) durch. Als Belastungstest wählte ich einen Laktatstufentest auf dem Ergometer zur Bestimmung der anaeroben Schwelle. Im Anschluss absolvierten die AthletInnen ein einstündiges Training an der anaeroben Schwelle und direkt folgend 5 Maximalsprints von 90 Sekunden (siehe Anhang A, Protokoll Pilotstudie).

Da dieser Belastungstest sehr aufwändig und im Ergebnis der CK- Anstieg relativ gering war, prüften wir weitere Belastungsformen. Unser Ziel war, hohe CK- Werte auf möglichst „humane“ Art und Weise zu erreichen. Es wurde darauf geachtet, das Verletzungsrisiko und die Gefahr einer Überbelastung durch den Test so gering wie möglich zu halten.

Eine Vorstudie mit wiederum 4 Probanden auf dem Abfahrtstrainer (Propriodynamics) ergab innerhalb kürzerer Zeit höhere CK- Anstiege.

So entschieden wir uns für dieses Testgerät und legten anhand der Ergebnisse aus der Vorstudie das definitive Studiendesign fest.

Nach dem Test erhielten die Testpersonen ein Bemer 3000 System, das entweder funktionsfähig war (Verumgerät) oder ein genau gleich aussehendes Placebogerät, welches nicht funktionierte. Die Geräte wurden ausgelost, sodass z.B. ein Proband mit einem Verumgerät und ein anderer mit einem Placebogerät den ersten Test absolvierte. Jeder erhielt einmal ein Verumgerät und einmal ein Placebogerät.

4.1 Einschlusskriterien

Die ProbandInnen mussten sportlich aktiv und fit sein, sowie Wettkampf- Erfahrung haben, um physisch und mental dem Test gewachsen zu sein.

4.2 Ausschlusskriterien

Kurz zurückliegende Krankheiten oder Verletzungen, ungenügender Trainingszustand zum Durchstehen der Anforderungen im Propriodynamics- Test (starke lokale Übersäuerung in der Oberschenkelmuskulatur), sowie mentale Probleme führten zum Testausschluss.

4.3 Probanden

17 Athleten, 7 Frauen und 10 Männer nahmen an der Studie teil, wobei 12 SportlerInnen die Studie beendeten. 2 Probanden erkrankten während der Studie, 3 Probanden tolerierten die Belastung nicht. 1 Proband musste im Nachhinein ausgeschlossen werden, da er beim ersten Test pathologische CK- Werte hatte.

Folgende Sportarten waren vertreten: Rad, Mountainbike, Laufen, Klettern, Alpinismus (Eisklettern), Triathlon, Langlauf, Snowboard Halfpipe, Kanu. Es wurden Spitzen- und FreizeitsportlerInnen im Alter von 17- 46 Jahren getestet, die Wettkämpfe bestreiten und die zum Teil extrem viel und lange trainieren. (z.B: Vorbereitung auf Alaska Durchquerung, 100km von Biel, Ironman usw.)

4.4 Vorgehensweise, Messmethode

Jeder Athlet musste beim Eintreffen einen Fragebogen zu den persönlichen Rahmenbedingungen ausfüllen (siehe Anhang C).

Vor Testbeginn erfolgte eine venöse Blutentnahme, die zur Bestimmung des CK- Ausgangswertes diente. Die CK- Werte wurden immer auf die gleiche Art und Weise im Labor Viollier, Bad Ragaz, mit dem Gerät Integra 400 bestimmt.

Nach adäquater Aufwärmphase erfolgte der Belastungstest: 6x 2min auf dem Propriodynamics (made by Georg Hagmann).

Der Propriodynamics simuliert die Bewegungen wie man sie beim Abfahrtsskifahren findet, wobei das Pistenprofil (Hubhöhe) und die Fahrgeschwindigkeit (Intensität) eingestellt werden können. Für den Test galt Hubhöhe 14 und Geschwindigkeit 3.

Als Stabilisationshilfe hielten die Athleten in der Abfahrtshocke (angestrebter Kniewinkel von 90 Grad) ein Stabgewicht in den Händen.

Nach der ersten Belastung von 2min hatte der Athlet 2min Pause, musste aber auf dem Gerät stehen bleiben und durfte keine regenerativen Massnahmen durchführen.

In dieser Pause wurde das Laktat bestimmt, um die Intensität der Belastung abschätzen zu können. Die Laktatbestimmung erfolgte mit dem Lactate pro Gerät von Axon Lab AG. Zudem wurde die subjektive Belastungseinschätzung nach der Borg Skala (Skala 1-20) erfragt. Dann erfolgte die nächste zweiminütige Belastung mit anschliessend zwei Minuten Pause usw.

Direkt nach der letzten Belastung legte sich der Proband auf die Spulenmatte des Bemer 3000 Systems. Es wurde die Stufe 3 aktiviert, welche 8 Minuten dauert und mit einer durchschnittlichen Intensität von 10.5 Mikrottesla arbeitet. Im Anschluss wurde das Spulenkissen auf die Oberschenkel des Athleten gelegt und das Programm 4 angewendet. Dies dauert 20 Minuten und setzt sich aus Stufe 6- 10 zusammen (Intensitäten von 60 bis 100 Mikrottesla). 4 Stunden später kam das Bemer 3000 System wieder wie beschrieben zum Einsatz.

6 Stunden nach Testende war die erste Blutentnahme. Weiter wurde dann nach 8h, 10h, 12h und 18h venös Blut entnommen und jeweils das Bemer 3000 System wie oben beschrieben angewendet.

Die AthletInnen wurden nach dem Test mindestens 18h überwacht und durften weder körperliche Arbeit noch ein Trainingspensum verrichten.

Damit niemand wusste, ob das Gerät funktioniert oder nicht, waren die Matten von der Herstellerfirma mit einem Code versehen worden.

Jeder Athlet erhielt einmal ein Verumgerät und einmal ein Placebogerät, wobei die Reihenfolge per Los bestimmt wurde. Der Abstand zwischen den 2 Tests eines Athleten betrug mindestens eine Woche.

4.5 Statistische Methodik

Die Datenerfassung und Berechnung erfolgte mit Hilfe des Microsoft Tabellenkalkulations- und Grafikprogramms Excel auf dem Computer. Für die statistische Berechnung wurde der arithmetische Mittelwert, die Standardabweichung und der Standardfehler des Mittelwertes (SEM = Standard deviation error of mean), sowie die Signifikanz errechnet.

Für die Signifikanz gelten in dieser Arbeit folgende Werte: $p > 0.05$ = nicht signifikant, $p \leq 0.05$ = signifikant, $p \leq 0.01$ = hochsignifikant.

4.6 Kritik der Methodik

Aufgrund der Härte des Tests gab es viele Ausfälle. In einer nächsten Studie müsste daher im Vorfeld noch besser abgeklärt werden, ob die AthletInnen mental genügend stark sind sowie die Fähigkeit haben, eine Abfahrtshocke mit Kniewinkel um die 90 Grad auf einer „simulierten Buckelpiste“ während 2 Minuten zu halten.

Die verhältnismässig kleine Probandenzahl mit einigen Extremsportlern führte dazu, dass es eine breite Streuung schon bei den CK- Ausgangswerten gab. Einerseits spielen da die Trainingsumfänge und Intensitäten, andererseits aber auch die Einhaltung der Rahmenbedingungen eine Rolle.

Bsp 1: Vor dem Testtag durfte kein Wettkampf stattfinden und die AthletInnen mussten sich 2mal möglichst gleich auf den Test vorbereiten, was dann aber für mich schlecht überprüfbar war, da ich ihren Angaben auf dem Fragebogen vertrauen musste.

Bsp 2: Eine Athletin, die beide Tests in vermeintlich gesundem Zustand antrat und auch beendete, hatte bei Test 1 pathologische CK- Werte. Bei einem nachfolgenden ärztlichen Untersuchung stellte sich heraus, dass sie eine Entzündung hatte. Sie musste deshalb im Nachhinein aus der Übersicht entfernt werden, da Krankheit für diese Studie ein Ausschlusskriterium war.

5 Resultate

Da die Ausgangswerte der AthletInnen sehr verschieden waren, werden teilweise im folgenden die prozentualen Ergebnisse dargestellt, da sonst die Werte nicht verglichen werden könnten. Nicht nur die Ausgangswerte zwischen den AthletInnen waren verschieden, sondern auch die Ausgangswerte der einzelnen Personen im Vergleich mit sich selber.

Folgende Veränderungen konnten mittels venöser Blutentnahme und anschliessender Bestimmung des CK- Wertes festgestellt werden:

1. Prozentuale Veränderungen der CK- Werte im Zeitverlauf

Sichtbar wird, dass die Mittelwerte von Test 2 mit dem Verumgerät nicht so hoch anstiegen (15,25% bei 8h) wie die Werte aus Test 1 mit dem Placebogerät (28.02%). Weiter konnte festgestellt werden, dass bei 18 Stunden beide Werte unter das Ausgangsniveau zurückfielen, wobei das Placebogerät auf - 0.04% und das Verumgerät auf - 7.19% hinunterfiel.

Beurteilung: Der CK- Verlauf wurde durch den Einsatz des Bemer 3000 Systems im Sinne eines verzögerten Anstieges und rascheren Abfalls unterschiedlich beeinflusst.

Beim Einsatz des Verumgerätes kommt es zu keiner statistisch signifikanten Veränderung. Dennoch wird in dieser Studie sichtbar, dass das Elektromagnetfeldgerät den CK- Verlauf tendenziell günstig beeinflusst (vgl. Anhang B, Übersicht CK- Werte).

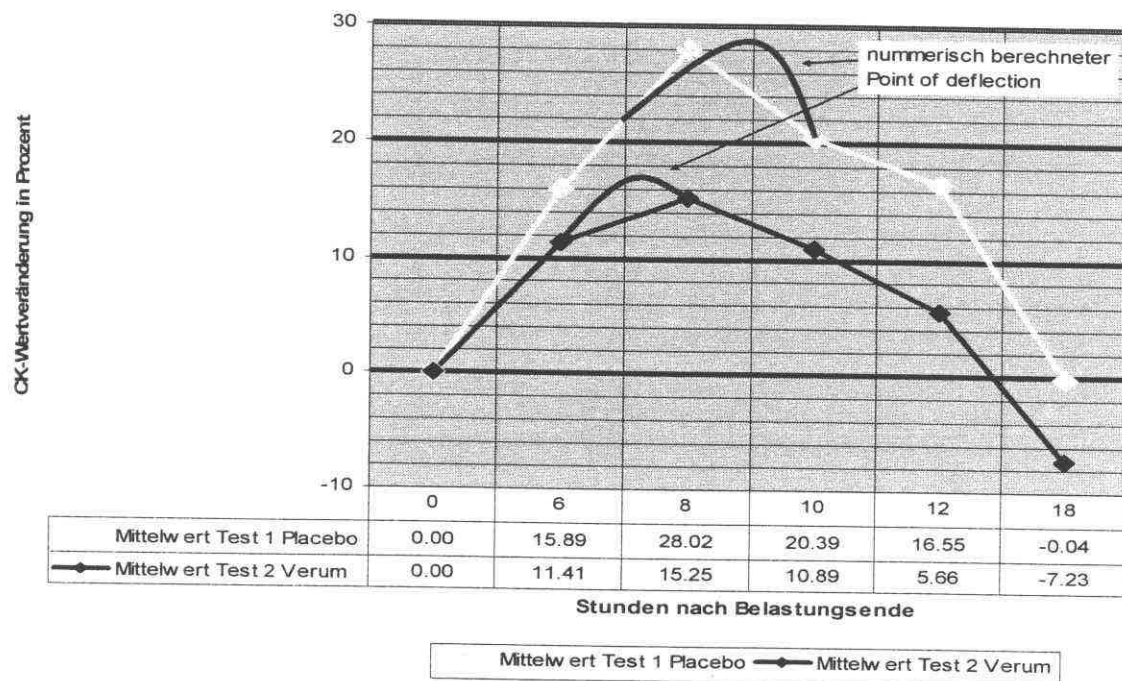


Abbildung 5-1: Prozentualer durchschnittlicher CK- Verlauf im Vergleich Test 1 zu Test 2

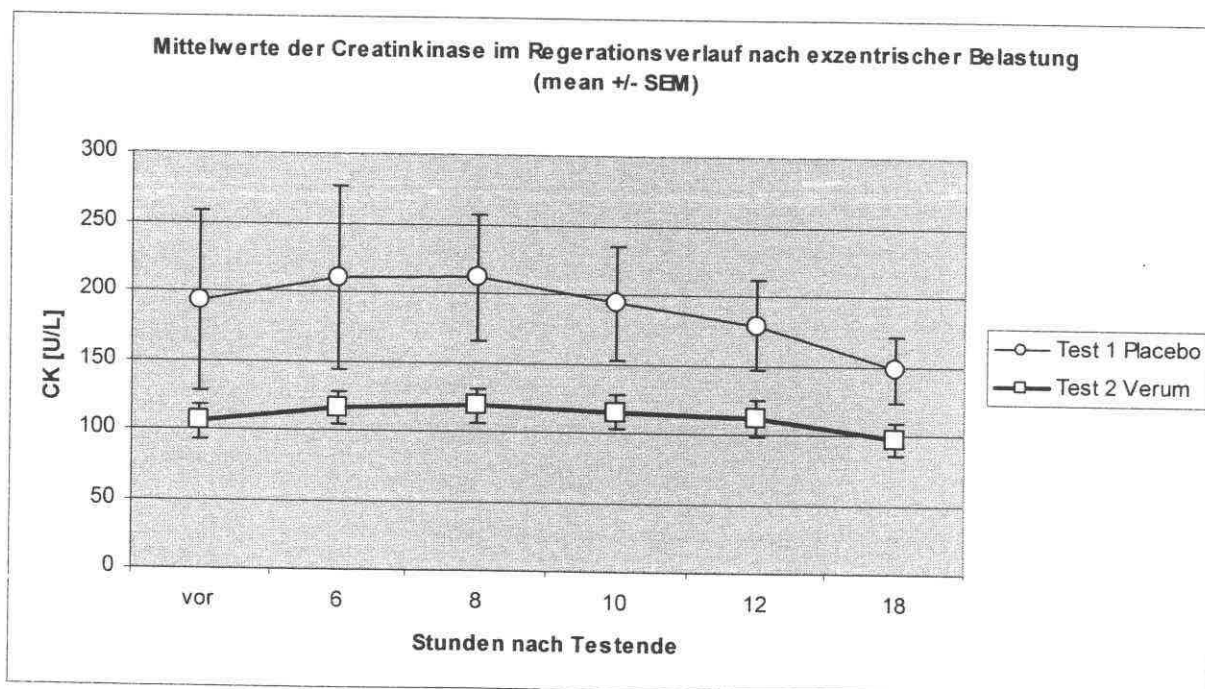


Abbildung 5-2: Absolute Mittelwerte der Creatinkinase im Regenerationsverlauf nach exzentrischer Belastung

Der SEM (=standard deviation error of mean, Standardfehler des Mittelwertes) wird errechnet aus der Standardabweichung über der Wurzel aus der Anzahl Probanden (siehe Anhang B, Tabelle mit absoluten CK- Werten).

Da die Ausgangswerte vor dem Test schon sehr verschieden waren, und die Probandenzahl durch einige Ausfälle geschmälert wurde, bringt oben stehende Kurve keine wichtigen Erkenntnisse und zeigt einfach die breite Streuung.

2. Zeitpunkt des Abfalls der CK- Werte nach Belastung

ProbandInnen mit dem Bemer 3000 System zeigen einen hochsignifikant früheren Abfall der CK- Werte.

Bei der Verumgruppe ist der „Point of deflection“ nach 7.2h und bei der Placebogruppe nach 9.2h ($p= 0.025$).

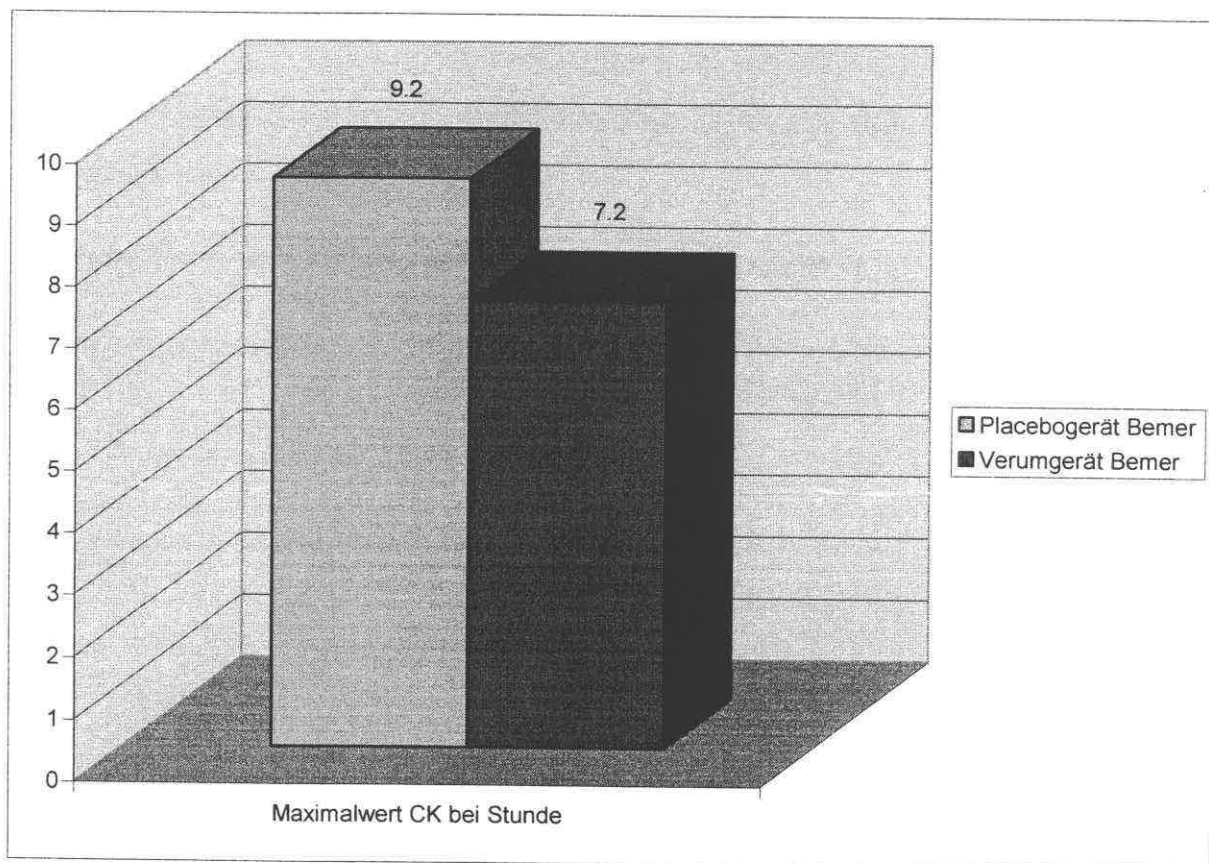


Abbildung 5-3: Point of Deflection (PD) der Creatinkinase (CK)-Abbaukurve in Stunden nach Belastung:
Test 1 (blau) mit dem Placeboggerät, Test 2 (rot) mit dem Verumgerät

3. Resultate der Probanden im Vergleich mit sich selbst:

Im Folgenden einige Notizen zu jedem Proband, wobei nach dem Test 1 immer das Placebo-gerät zum Einsatz kam. Da keine Schmerzskala verwendet wurde, habe ich das subjektive Empfinden nur dort aufgeschrieben, wo es interessante Aussagen gab. Während der Belastung gab die Testperson mit Hilfe der Borg Skala das subjektive Empfinden an (vgl. Anhang C, Borg Skala).

Proband CS:

Ausgangswerte CK: beide tief, beim 1. Test 84 U/l und im 2. Test 82 U/l .

Mit dem Placebogerät stieg der CK- Wert bis 10h auf 147 U/l an, mit dem Verumgerät wurde der Höchstwert schon nach 6h mit 85 U/l erreicht. Im zweiten Test mit dem Verumgerät fiel er mit 64 U/l bei 18h unter den Ausgangswert zurück, im Gegensatz zum Placebogerät, wo er bei 18h noch auf 121 U/l war.

Ausbelastung: Am Ende des Tests hatte CS 13.1 mmol Laktat und war daher als Ausdauerathlet stark gefordert worden.

Subjektive Belastung: CS erreichte maximal 17 auf der Borg Skala.

Bei der Befragung gab CS beim Test 2 mit dem Placebogerät an, dass er am nächsten Tag stärkere Muskelschmerzen hatte.

Proband CSE:

Ausgangswerte: Bei Test 1 Placebogerät hatte CSE einen CK- Ausgangswert von 151 U/l, bei Test 2 von 102 U/l..

CK- Anstieg: bei Test 1 keinen, da der Ausgangswert mit 151 U/l am höchsten war.

Mit dem Verumgerät, bei Test 2, war der Höchstwert 109 U/l bei 6h.

Ausbelastung: CSE gab auf der Borgskala mit 19 eine hohe Ausbelastung an, brachte aber interessanterweise die Laktatwerte nicht über 5.6 mmol. Diesen Wert erreichte er schon nach der 2. Belastung und konnte ihn nicht halten. CSE hatte keine Stabilisations- Schwierigkeiten, gab aber hohe Borg Werte an (bis 20), was bedeutet, dass CSE sich ausbelastet fühlte.

Proband FG:

Ausgangswerte: Diese waren in beiden Tests ähnlich tief.

CK- Anstieg: Im ersten Test stieg der Wert 6h bis auf 79 U/l an, im 2. Test mit dem Verumgerät dauerte der Anstieg 8h und erreichte 97 U/l. Allerdings war FG bei 6h schon auf 95 U/l und blieb dann etwa gleich.

Ausbelastung: FG erreichte keine hohen Laktatwerte und stand locker auf dem Propriodynamics. Bei der subjektiven Empfindung während des Tests nannte FG Borg 15-17.

Proband GM:

Ausgangswerte: bei Test 1 nicht sehr verschieden von Test 2.

CK- Anstieg: Bei beiden Tests waren es 8h. Beim Placebogerät lag der Maximalwert bei 150 U/l und beim Verumgerät auf 141 U/l.

Ausbelastung: GM gab subjektiv beim ersten Test höhere Borg- Werte an im Vergleich zu Test 2.

Proband JM:

Ausgangswerte: Mit 129 U/l bei Test 1 und 74 U/l bei Test 2 waren die Ausgangswerte sehr unterschiedlich.

Anstieg: Bei beiden Tests stieg der CK- Wert bis 8h. Mit dem Verumgerät nur gerade auf 100 U/l, beim Placebogerät bis auf 186.U/l.

Ausbelastung: JM erreichte hohe Laktat-Endwerte. Im 1. Test 14.4 mmol und im 2. Test 9.2 mmol. JM hatte Mühe, die Position zu halten und hatte einige Stabilisationsprobleme.

Proband JV:

Ausgangswerte: Bei Test 1 hatte JV mit 190 U/l einen sehr hohen Ausgangswert im Vergleich zu Test 2 mit 118 U/l.

CK- Anstieg: bei beiden Tests bis 10h bei Test1 bis 223 U/l und Test 2 bis 130 U/l.

Ausbelastung: Laktatmässig kam JV mit einem Endwert von 6.0 mmol, resp. 7.4 mmol nicht sehr hoch, hatte aber von Anfang an Mühe, die geforderte Position sauber zu halten.

Subjektives Empfinden: Beim 1. Test mit Placebogerät konnte JV nachts nicht schlafen, da seine Beine sehr stark schmerzten. Zum 2. Test trat er aufgrund dieser Erfahrung mit gemischten Gefühlen an, hatte aber dann wenig Schmerzen, obwohl er einen höheren End-Laktatwert hatte.

Proband KE:

Ausgangswerte: beim 1. Test 150 U/l und beim 2. Test mit 156 U/l sehr ausgeglichen.

CK- Anstieg: 12h beim 1. Test und 10h beim 2. Test.

Ausbelastung: Beim 2. Test mit 11.3 mmol massiv höher als mit 6.3 mmol beim 1. Test.

KE hielt die Abfahrtsposition ohne Probleme.

Subjektives Empfinden: Beim 1. Test mit Placebogerät müdere Beine, v.a. beim Treppensteigen.

Proband KM:

Ausgangswerte: Mit 112 U/l beim ersten Test etwas höher als bei 2. Test mit 93 U/l.

CK- Anstieg: 12h beim Placebogerät, 8h beim Verumgerät.

Ausbelastung: In beiden Tests etwa gleich, mit 5.3 mmol resp. 5.6 mmol kein hoher Laktanstieg.

Subjektives Empfinden: Beim Einsatz des Verumgerätes spürte KM ein Kribbeln und gab nachher an, dass die Beine beim Treppensteigen weniger müde waren.

Proband MG:

Ausgangswert: Mit 225 U/l und 195 U/l sehr hohe CK- Werte.

CK- Anstieg: Mit dem Placebogerät 8h. Beim 2. Test mit dem Einsatz des Verumgeräts war der Ausgangswert mit 195 U/l der Maximalwert und begann dann sofort abzufallen.

Ausbelastung: Die Laktatwerte blieben tief: Bei Test 1 hatte er den höchsten Laktatwert mit 4.1 mmol nach der zweiten und dritten Belastung und bei Test 2 bei der fünften Belastung mit 3.3 mmol. Beide Male war der Athlet müde von Langdistanztrainings.

Subjektives Empfinden: „Mir tat die Matte beide Male gut“. Beim Placebogerät hatte er etwas schwere Beine am nächsten Tag.

Proband SM:

Ausgangswerte: An beiden Testtagen sehr tief. 18 U/l beim 1. Test und 29 U/l bei Test 2.

CK- Anstieg: Beim Placebogerät 10h, beim Verumgerät 8h.

CK- Endwert: Mit dem Verumgerät war der Endwert tiefer als der Ausgangswert, beim Placebogerät war er höher als der CK- Wert am Anfang.

Ausbelastung: maximal! SM hatte technische Schwierigkeiten (Stabilisation), kämpfte aber bis zum Umfallen. Die Abfahrtshocke konnte SM nicht halten, war aber mental sehr stark und zog durch, obwohl die Beine nur noch zitterten.

Subjektives Empfinden: SM sagte beim 2. Test nach der Bemertherapie, dass dies das Verumgerät sei, was sich nachher auch als richtig erwies.

Proband SMA:

Ausgangswerte: Bei Test1 mit 142 U/l und bei Test 2 mit 108 U/l sehr unterschiedlich.

CK- Anstieg: beim Placebogerät 10h, beim Verumgerät 8h.

Ausbelastung: Beim ersten Test subjektiv höher gemäss Borg Skala. Beim 2. Test war die dritte der sechs Belastungen mit 7.3 mmol am höchsten, nachher gingen die Werte runter. Für die letzte Belastung konnte SMA den Wert nochmals von 4.4 mmol auf 6.8 mmol erhöhen.

Proband JB:

Ausgangswerte: Beim 1. Test mit 887 U/l pathologisch (viel zu hoch).

Beim 2. Test mit 87 U/l tief.

CK- Anstieg: bis 6h bei Test 1, beim 2. Test direktes Abfallen des CK- Wertes bis auf den Endwert von 53 U/l.

Ausbelastung: Beim 1. Test war der Laktatwert nach der ersten Belastung mit 4.7 mmol am höchsten, nachher blieb das Laktat weit unten. Der Schlusswert war 2.8 mmol! Beim zweiten Test war der Laktatverlauf etwas besser. Der höchste Wert wurde nach fünf Belastungen mit 6 mmol erreicht.

Subjektives Empfinden: Interessanterweise war die subjektive Beurteilung der beiden Testbelastungen etwa gleich.

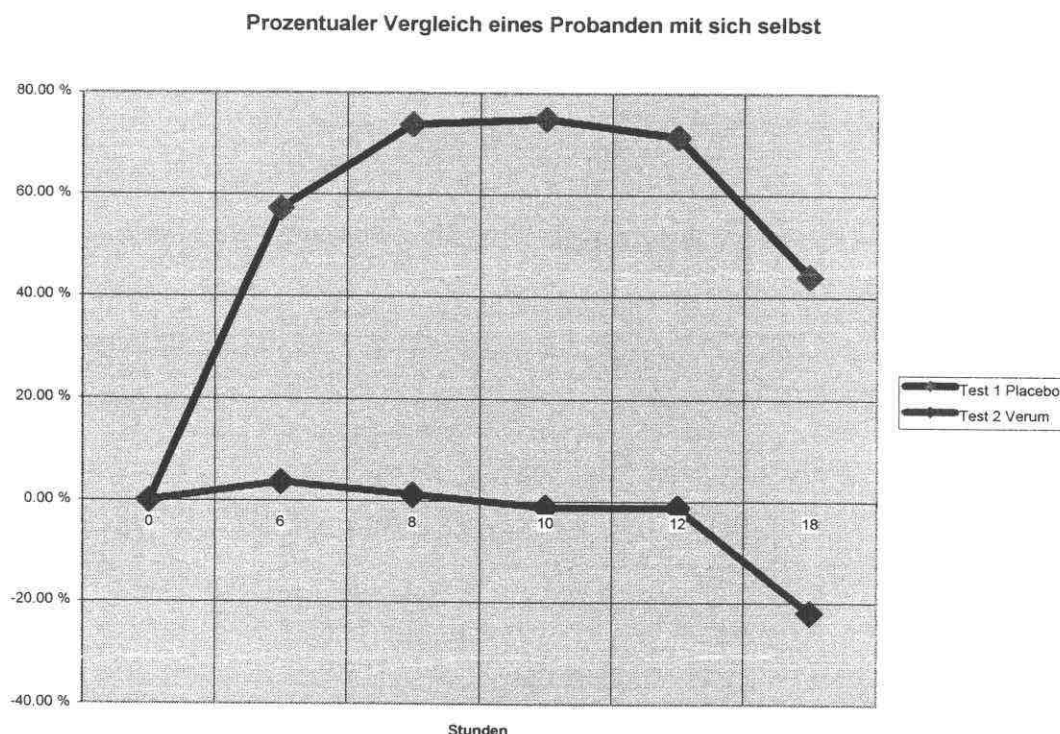


Abbildung 5-4: CK- Verlaufskurve von Proband CS beider Testtage

Laktatwerte und Borg-Skala

Parameter	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg
Proband	CS Placebo		CS Verum		CSE Placebo		CSE Verum		FG Placebo		FG Verum	
1.Belastung	7.1mmol	14	5.7mmol	12	2.0mmol	17	3.2mmol	17	2.6mmol	12	3.0mmol	9
2.Belastung	7.9mmol	14	8.2mmol	13	5.6mmol	19	3.6mmol	18	4.0mmol	13	4.0mmol	11
3.Belastung	12.4mmol	16	8.1mmol	13	2.9mmol	18	4.3mmol	20	3.1mmol	14	3.4mmol	14
4.Belastung	10.7mmol	17	10.7mmol	16	3.4mmol	19	4.9mmol	19	4.3mmol	15	5.3mmol	15
5.Belastung	12.3mmol	17	10.8mmol	16	4.2mmol	19	4.8mmol	19	4.0mmol	15	4.7mmol	15
6.Belastung	13. mmol	16	11.3mmol	16	4.5mmol	19	4.4mmol	20	3.7mmol	16	7.4mmol	17
Parameter	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg
Proband	SMA Placebo		SMA Verum		GM Placebo		GM Verum		JV Placebo		JV Verum	
1.Belastung	5.9mmol	15	3.9mmol	18	3.4mmol	18	3.8mmol	17	16.0mmol	18	5mmol	15
2.Belastung	3.3mmol	17	5.6mmol	17	3.7mmol	17	1.6mmol	17	-	18	7.1mmol	15
3.Belastung	3.3mmol	18	7.3mmol	16	4.1mmol	18	3.8mmol	17	7.0mmol	16	5.1mmol	15
4.Belastung	5.1mmol	19	4.8mmol	15	4.0mmol	19	3.9mmol	17	6.2mmol	15	5.3mmol	16
5.Belastung	4.6mmol	19	4.4mmol	15	3.8mmol	18	3.4mmol	18	6.3mmol	16	6.0mmol	16
6.Belastung	5.8mmol	20	6.8mmol	17	4.0mmol	19	4.4mmol	18	6.0mmol	18	7.4mmol	15
Parameter	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg
Proband	JB Placebo		JB Verum		JM Placebo		JM Verum		KE Placebo		KE Verum	
1.Belastung	4.7mmol	16	4.2mmol	18	8.7mmol	15	5.2mmol	14	2.9mmol	13	5.7mmol	12
2.Belastung	2.8mmol	15	5.2mmol	17	11.3mmol	12	8.1mmol	14	3.8mmol	13	8.2mmol	13
3.Belastung	2.6mmol	15	4.4mmol	16	8.2mmol	14	8.4mmol	15	6.3mmol	13	8.1mmol	13
4.Belastung	3.1mmol	16	5.2mmol	17	14.4mmol	16	8.6mmol	15	5.2mmol	14	10.7mmol	16
5.Belastung	2.8mmol	17	5.0mmol	17	14.0mmol	16	8.8mmol	16	5.8mmol	14	10.8mmol	16
6.Belastung	2.8mmol	17	5.4mmol	17	14.4mmol	16	9.2mmol	17	6.3mmol	15	11.3mmol	16
Parameter	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg	Laktat 1	Borg	Laktat 2	Borg	Laktat 2	Borg	Laktat 2	Borg
Proband	KM Placebo		KM Verum		MG Placebo		MG Verum		SM Placebo		SM Verum	
1.Belastung	4.9mmol	13	3.6mmol	14	3.2mmol	12	1.9mmol	14	7.1mmol	16	4.0mmol	15
2.Belastung	kein	15	3.4mmol	15	4.1mmol	14	2.1mmol	14	7.7mmol	17	6.9mmol	15
3.Belastung	6.8mmol	17	5.2mmol	16	4.1mmol	14	1.3mmol	15	10.4mmol	18	7.0mmol	16
4.Belastung	5.6mmol	16	4.6mmol	17	3.6mmol	15	2.3mmol	14	12.0mmol	18	9.9mmol	16
5.Belastung	5.8mmol	17	5.1mmol	17	3.7mmol	14	3.3mmol	13	12.0mmol	19	10.2mmol	18
6.Belastung	5.6mmol	18	5.3mmol	16	3.6mmol	14	2.6mmol	13	13.1mmol	19	11.2mmol	19

Abbildung 5-5: Übersicht aller Laktatwerte und Angaben zur subjektiven Belastungseinschätzung nach Borg

Absolut	Test 1						Test 2					
	vor	6	8	10	12	18	vor	6	8	10	12	18
CS	84	132	146	147	144	121	82	85	83	81	81	18
CSE	151	145	141	139	128	120	102	109	106	108	108	93
FG	85	79	75	67	67	57	90	95	97	92	80	61
GM	141	142	150	147	149	132	131	134	141	136	132	119
JB	887	919	581	608	488	361	87	83	82	70	67	53
JM	129	182	186	177	174	134	74	93	100	94	93	86
JV	190	205	221	223	202	178	118	128	128	130	130	118
KE	150	189	200	207	212	185	156	165	168	170	164	140
KM	112	130	151	150	192	141	93	112	117	110	105	102
MG	225	239	474	244	224	188	195	180	181	182	178	142
SM	18	30	31	33	31	28	29	38	45	40	30	25
SMA	142	131	178	182	133	126	108	163	171	167	166	154
Mittelwert	192.833333	210.25	211.166667	193.666667	178.666667	147.583333	105.416667	115.416667	118.25	115	111.166667	96.416667
SD	224.908782	230.001235	158.213224	143.579774	113.059384	82.249574	42.1263432	40.8310451	41.1938323	43.4155397	44.5703394	40.1258437
SEM	84.9249956	66.3956375	45.6722237	41.4479106	32.6374328	23.7434088	12.1608278	11.7869074	11.8916351	12.5329968	12.8663487	11.5833333
t-Test vgl. mit 0 h		0.01722107	0.61479864	0.97546096	0.70382211	0.32917213		0.06501266	0.04248955	0.1164257	0.34631125	0.24211451

Prozentual		Test 1										Test 2									
		vor	6	8	10	12	18		vor	6	8	10	12	18		vor	6	8	10	12	18
	CS	100	157	174	175	171	144		100	104	101	99	99	78		100	104	101	99	99	78
	CSE	100	96	93	92	85	79		100	107	104	106	106	91		100	107	104	106	106	91
	FG	100	93	88	79	79	67		100	106	108	102	89	68		100	106	108	102	89	68
	GM	100	101	106	104	106	94		100	102	108	104	101	91		100	102	108	104	101	91
	JB	100	104	66	69	55	41		100	95	94	80	77	61		100	95	94	80	77	61
	JM	100	141	144	137	135	104		100	126	135	127	126	116		100	126	135	127	126	116
	JV	100	108	116	117	106	94		100	108	108	110	110	100		100	108	108	110	110	100
	KE	100	126	133	138	141	123		100	106	108	109	105	90		100	106	108	109	105	90
	KM	100	116	135	134	171	126		100	120	126	118	113	110		100	120	126	118	113	110
	MG	100	106	211	108	100	84		100	92	93	93	91	73		100	92	93	93	91	73
	SM	100	167	172	183	172	156		100	131	155	138	103	86		100	131	155	138	103	86
	SMA	100	92	125	128	94	89		100	151	158	155	154	143		100	151	158	155	154	143
	Mittelwert	100	117	130	122	118	100		100	112	117	112	106	92		100	112	117	112	106	92
	SD	0	25	41	35	40	33		0	17	22	20	19	23		0	17	22	20	19	23
	t-Test vgl. mit 0 h		0.03768001	0.02620001	0.05054558	0.14574234	0.99671165			0.02652905	0.02571575	0.06806046	0.29794386	0.25755074			0.02652905	0.02571575	0.06806046	0.29794386	0.25755074

Abbildung 5-6: Übersicht der absoluten und der prozentualen CK- Werte aller Athleten, Übersicht über Mittelwerte, T-Test und Standardabweichungen.

Grün unterlegt Werte zeigen den Höchstwert der Athleten.

6 Diskussion und Schlussfolgerungen

Aufgrund der Resultate scheint des elektromagnetische Feld einen günstigen Einfluss zu haben.

Einerseits zeigen die CK- Werte prozentual einen deutlich unterschiedlichen Verlauf mit einem gering verzögerten Anstieg und rascherem Abfall beim Einsatz des Verumgerätes.

Andererseits beginnt der Abfall des CK- Wertes bei der Verumgruppe signifikant früher im Vergleich zur Placebogruppe.

Diese beiden Resultate lassen es als wahrscheinlich erscheinen, dass mit elektromagnetischen Feldern entweder der Nachbelastungsschaden reduziert oder die CK- Elimination aus dem Blut gefördert wird.

Um die Frage einer direkten Beeinflussung der Regeneration durch das Bemer-System zu beantworten und definitiv zu beweisen, sind weitere Studien notwendig.

Festgestellt wurde, dass beim Zeitpunkt des Abfalls der CK- Werte die meisten AthletInnen gleich reagiert haben. Beim Verumgerät begann der Abfall der CK- Verlaufskurve um durchschnittlich 2h früher.

Subjektiv hatten viele AthletInnen als Folge des harten Belastungstests beim Einsatz des Placebogätes stärkere Muskelschmerzen und schwerere Beine, als nach dem Einsatz des Verumgerätes.

Während der ersten Bemer- Therapie, die direkt anschliessend an den Belastungstest folgte, hatten alle Athleten ein angenehmes Gefühl. Nur 4 AthletInnen spürten ein leichtes Kribbeln oder Wärme. Zwei dieser ProbandInnen setzen das Bemer 3000 System schon längere Zeit regelmässig ein und waren in der Lage, den Unterschied der beiden Testgeräte zu spüren. Ihre Vermutung, welches Gerät funktionierte, erwies sich nachher bei der Auswertung als richtig. Dies zeigt, dass Athleten ihre Körperwahrnehmung verbessern können.

6.1.1 Kritik

Aufgrund der Erfahrungen und der CK- Verläufe wäre es sicherlich sinnvoll, die Veränderungen im Blut häufiger und vor allem zu einem früheren Zeitpunkt zu bestimmen.

Die Blutentnahmezeiten wurden aufgrund der Vorstudie festgelegt.

In der Hauptstudie konnte dann aber festgestellt werden, dass mit dem Bemer 3000 System die Veränderung der Werte schneller einsetzt, als es in der Vorstudie den Anschein hatte. Es erstaunt, dass der zweite CK- Wert von Proband MG schon nach der ersten Bemer Anwendung herunterkam und gar nicht anstieg (vgl. Anhang B, Gesamtübersicht der CK- Werte). Es müsste nun mit einer grösseren Anzahl Probanden untersucht werden, ob dieser direkte

Abfall des CK- Wertes unter dem Einfluss des Berner 3000 Systems bei mehreren AthletInnen eintritt.

6.1.2 Ausblick

Folgende Parameter könnten in einem ähnlichen Studiendesign zur definitiven Klärung beitragen:

Messung von muskelspezifischen Enzymen z.B. Troponin [vgl. Neumann, 2001]

subjektive Beurteilung der Regeneration mittels visual analog Skalen zu definitiven Zeitpunkten

Feinnadel -Muskelbiopsien zur biochemischen, morphologischen Beurteilung der Regeneration

Bei einem nächsten Test könnte der Belastungstest noch „verschärft“ werden, d.h. es müsste eine grössere Intensität, bzw. längere Dauer der exzentrischen Belastung gewählt werden, was aber mental kaum toleriert und ethisch fragwürdig wäre.

Eine weitere Möglichkeit bestände darin, diese Studie auf einem anderen Testgerät, dem Eccentric- Bike, durchzuführen.

Dies ist ein Fahrrad, das „rückwärts“ angetrieben wird und der Proband exzentrisch bremsen muss. Mit diesem Gerät könnte die Studie auch mit Untrainierten durchgeführt werden, da keine Stabilisations- und Koordinationsfähigkeiten (wie beim Propriodynamics) gefordert werden.

6.1.3 Persönliche Handlungskonsequenzen

Diese Studie zeigt, dass es sinnvoll wäre, das Berner 3000 System im Spitzensport regelmässig einzusetzen, da sich die Regenerationszeit aufgrund der CK- Elimination verkürzt.

Subjektiv werden hohe muskuläre Belastungen von AthletInnen die Elektromagnetfeldtherapie regelmässig einsetzen, besser ertragen, d.h. dass sie nach hohen Belastungen weniger Verhärtungen in der Muskulatur haben. Die SportlerInnen sind deshalb schneller wieder leistungsfähig. Zudem sinkt die Verletzungsgefahr.

Es wäre wünschenswert, dass auch die Schweizer TriathletInnen in der Vorbereitung auf die olympischen Spiele diese „Regenerationshilfe“ im Sinne einer legalen Leistungssteigerung systematisch einsetzen würden.

Zum Schluss die Anwendungsempfehlung für Sportler, anhand der gewonnenen Erkenntnisse: Zu Beginn der Bernertherapie ist die Spulenmatte mit dem Basisprogramm gemäss den Anwenderhinweisen des Herstellers anzuwenden. Die körpereigenen Stoffwechselprozesse wer-

den dadurch optimiert.

Als Regenerationsförderung wird nach der sportlichen Belastung Stufe 3 mit der Spulenmatte und bei lokaler Übersäuerung P4 mit dem Spulenkissen angewendet. Letzteres wird direkt an der betroffenen Körperstelle appliziert. Die beschriebene Bemer 3000 Anwendung kann alle 4 Stunden wiederholt werden.

Literaturangaben

Ärztebeirat der AFB (2002): Bewertung von Studien zum Bemer 3000, in Auswertung des 3. Weltkongresses zur Bio- Elektrischen- Energie-Regulation, 2002, Akademie for Bioenergetics, Triesen

Dickhut, Hans-Hermann (2000): Einführung in die Sport- und Leistungsmedizin Band 16, 1. Auflage, Verlag Karl Hofmann, Schorndorf

Dümpelmann, Silke (2002): DocLine 98II – Bioenergie, Hrsg. ZDF/3sat, Deutsches Grünes Kreuz, Kilian Verlag Marburg

Hettinger Theodor, Hollmann Wildor (2000): Sportmedizin, 4. Auflage, Schattauer Verlagsgesellschaft, Stuttgart

Kafka, Wolf A. (1999): Extrem langsam und breitbandig gepulste elektromagnetische Felder (WFR-ELF-PEMS) niedriger Energie für den therapeutischen Einsatz. Emphyspace Report, 1999; 1:1-20

Kafka, Wolf A. (2001): 2. Int. World Congress- Bio-Elektro-Magnetic-Energy-Regulation, Emphyspace Report 2001

Kafka Wolf A., Preißinger M (2002): Verbesserte Wundheilung durch gekoppelte, BEMER 3000 typisch gepulste, Elektromagnetfeld- und LED-Licht-Therapie am Beispiel vergleichen- der Untersuchungen an standardisierten Wunden nach Ovariectomie bei Katzen (felidae). In: Edwin Ganster (editor) Österreichische Gesellschaft der Tierärzte (ÖGT) Kleintiertage- Dermatologie 02.-03.März 2002, Salzburg Congress

Kafka, Wolf A. (2002): Emphyspace Literatur-Datenbank: Biologische Wirkung elektromagnetischer Felder, (Emphyspace Literature Database: Biological effects of electromagnetic fields (www.emphyspace.com))

Michaelis, Horst (2001): Die Wirkung pulsierender elektromagnetischer BEMER 3000 Pulse auf den menschlichen Organismus am Beispiel der Beeinflussbarkeit der Durchblutung. Vortrag 2nd Int. World Congress Bio-Electro-Magnetic-Energy-Regulation, Bad Windsheim 2001

Michaelis, Horst: Fachinformation Bemer 3000 Therapie, Akademie for Bioenergetics, FL Triesen

Michaelis, Horst: Bio-Elektro-Magnetische- Energie-Regulation- die Grundlage des Lebens, Akademie for Bioenergetik, FL Triesen

Michels-Wakili Susanne, Kafka WA. (2003,i press): Bemer 3000 Type Pulsed Low-Energy Electromagnetic Fields Reduce Dental Anxiety: A Randomized Placebo-Controlled Single-Blind Study.10 th International Dental Congress on Modern Pain Control IFDAS June 2003, Edinburgh, Scotland

Neumann Georg, Pfützner Arndt, Berbalk Anneliese (2001):Optimales Ausdauertraining, Meyer & Meyer Verlag, Aachen

Spodaryk, Krzysztof (2002): The effect of extremely weak electromagnetic field treatments upon signs and symptoms of delayed onset of muscle soreness: A placebo controlled clinical double blind study, Medicina Sportiva 6,19-25.

Spodaryk K. and Kafka WA. (2003): Oxidant stress clearance in human erythrocytes by non-invasive stimulation with extremely weak (BEMER type) pulsed electromagnetic fields: A blinded, randomized, placebo-controlled study. Arch Biochem-Biophys, (subm).

Villiger, Beat et al (1986): Swiss Alpin Marathon Studie über Muskelschaden, persönliche Mitteilung

Anhang A

Statusbericht Diplomprojekt

Thema: Elektromagnetfeldtherapie im Spitzensport (Gerät Bemer 3000)

Fragestellung:

Ist unter Einfluss des Bemer 3000 Therapiesystems eine schnellere Regeneration möglich?

Methode:

Vergleich der CK –Werte nach einem Belastungstest mit funktionierendem Bemer 3000 Therapiesystem oder einem „Placebo-Gerät“ > Doppelblindstudie

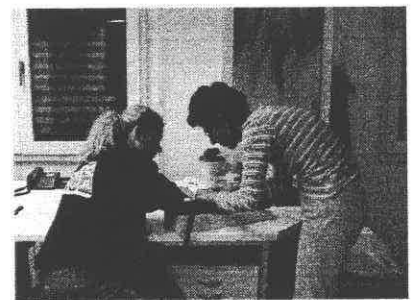
Vorgehen:

Ich habe bereits im Dezember 2002 in Bad Ragaz bei Dr. Villiger einen Pilotversuch mit 5 Sportlern durchgeführt, dabei bin ich wie folgt vorgegangen:

Protokoll betreffend Vorbereitung : (Ernährung, Schlaf, Training Woche vorher, Rahmenbedingungen Test)

Blutentnahme für CK- Ausgangswert

5min aufwärmen auf dem Ergobike



Belastung:

Laktatstufentest auf dem Ergometer mit direkter Auswertung, anschliessend 1h an anaerober Schwelle fahren, dann noch 5 Maximal-Sprints à 90 Sekunden, dazwischen 2min Pause

Kein Ausfahren!

Laktatbestimmung nach Belastung (für Belastungseinschätzung)

Bemer Anwendung mit Spulenmatte und Spulenkissen*

4h nach Test erste Blutentnahme für CK- Bestimmung,

anschliessend Bemer- Anwendung

danach weitere Blutentnahmen nach 6h, 8h, 12h, 18h, 22h und

jeweils Bemer- Anwendung.



Die AthletInnen wurden im Med. Zentrum einquartiert und so „überwacht“, sie durften nach der Ausbelastung kein Training und keine anderen Regenerationsmassnahmen absolvieren. Ebenso sollten sie keinen Stress haben.

Der Test wurde von jedem Sportler 2mal absolviert, Abstand zwischen den Tests mind. 1 Woche. Die Rahmenbedingungen waren gleich, ebenfalls wurde darauf geachtet, dass das Training in den „Vorwoche“ möglichst identisch war.

Auswertung und Bemerkungen:

Die CK- Werte der 5 Sportler haben Diplom Sportwissenschaftler Michaelis, Dr. Beat Villiger und ich dann ausgewertet und in Diagrammen dargestellt, dabei wurde die Kurve der absoluten Werte über die Kurve der „prozentualen Werte“ gelegt (siehe Anhang A, Pilotstudie).

Wir haben festgestellt, dass die Werte der einzelnen Sportler sehr verschieden sind. Dies spielt aber keine Rolle, da jeder Sportler mit sich selber verglichen wird und nur der Verlauf der CK- Kurve betrachtet wird:

Anstieg des CK- Wertes und wann die Kurve abzufallen beginnt, d.h. wann die Regeneration einsetzt.

Interessant war auch, dass der Ausgangswert mit dem regelmässigen Einsatz von Bemer 3000 in der Vorwoche, tiefer liegt als ohne, obwohl genau die gleichen Trainings absolviert wurden und auch die Lebensweise (Berufliche Belastung, Schlaf, Ernährung, Stressmanagement) in etwa gleich waren. (vgl. Ausgangswerte K. Möbes).

Resultate:

Bei der der Betrachtung der CK- Kurven kann bei allen 5 Testpersonen des Pilotprojektes festgestellt werden, dass mit einem intakten Gerät der CK- Wert weniger hoch ansteigt und schneller wieder abfällt.

*(funktionierende und Placebo- Geräte, nur die Herstellerfirma wusste zum Zeitpunkt der Durchführung „wer wann was“ hatte).

Weiteres Vorgehen:

Da die beschriebene Ausbelastung für die Sportler sehr anstrengend und zeitintensiv ist, haben wir eine andere Testmöglichkeit mit dem Propriodynamics (Abfahrtssimulator) ins Auge gefasst und auch schon ausprobiert.

Es geht darum, dass der Athlet 6x2 Minuten in der tiefen Hocke mit Hub 14, Geschwindigkeit 3 bleibt. Dabei werden die Beine unterschiedlich bewegt, mal einzeln, dann gleichzeitig usw. Nebst dem „Ausfedern“ muss zugleich noch das Gleichgewicht auf beweglichen Fussplatten gehalten werden. Nach jeder Belastung darf die Testperson 2 Minuten pausieren.

Diese neue Testform habe ich mit 4 Sportlern ausprobiert und betreffend CK- Anstieg unterschiedliche Ergebnisse erhalten. Wenn der Athlet die tiefe Hocke, 90 Grad und mehr, halten konnte, waren die Ergebnisse zufrieden stellend, musste er die Position aufgeben, war der CK- Maximalwert nicht signifikant höher als der Ausgangswert.

Dieser Test kann demzufolge nur mit Testpersonen durchgeführt werden, die fähig sind, die tiefe Hocke zu halten. Sie müssen über eine gute Koordinations- und Stabilisationsfähigkeit verfügen.

Die Blutentnahmezeiten haben wir gemäss den Resultaten des Vortests neu festgelegt. Die Anzahl der Entnahmen wurde reduziert, jedoch in der entscheidenden Phase zwischen 6h und 12h noch eine zusätzliche hinzugefügt.

Somit erfolgen die Blutentnahmen wie folgt:

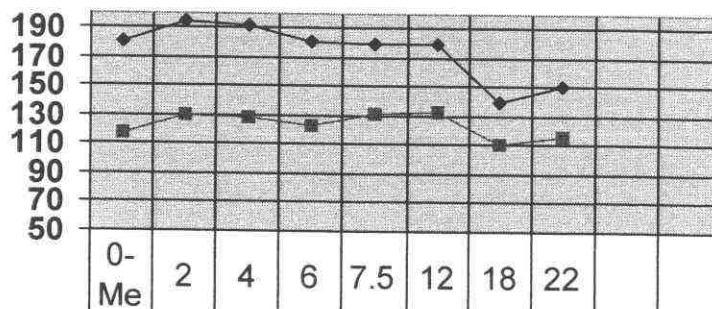
Zuerst Bestimmung des Ausgangswertes (vor dem Test), dann Messungen nach 6h, 8h, 10h, 12h und 18h.

Ich werde den Test nun vollständig mit mindestens 10 Sportlern in Bad Ragaz durchführen (je 2 Testtage).

Absolute CK-Werte Karin

CK-Werte in U/l

—◆— Gerät Nr.206308 2.12.02 —■— Gerät Nr.206307 9.12.02

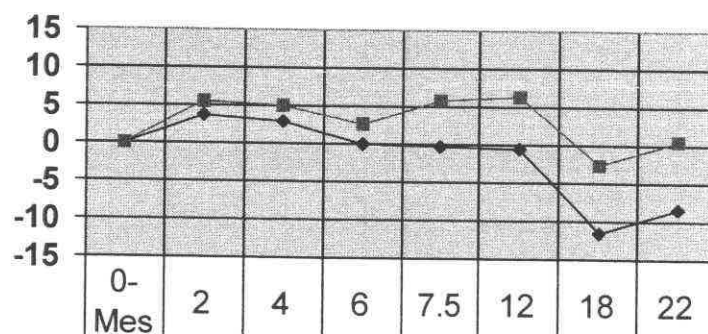


◆ Gerät Nr.206308 2.12.02	181	194	192	181	180	179	139	150		
■ Gerät Nr.206307 9.12.02	117	130	129	123	131	132	111	116		

Prozentuale Entwicklung Karin

Prozent Veränderung zu 0-Messung

—◆— GerätNr.206308 2.12.02 —■— GerätNr.206307 9.12.02



◆ GerätNr.206308 2.12.02	0	3.6	3	0	-0.3	-0.6	-12	-8.5
■ GerätNr.206307 9.12.02	0	5.5	5.1	2.6	5.9	6.4	-2.6	0.4

Stunden nach Belastungsende

Rahmenbedingungen K. Muster

Bemer	5 Tage 2 x Bemer pro Tag
Schlaf	7.5h
Essen	5.45 Uhr letzte Mahlzeit, Vollreis, Konfibrot Vollkorn
	3dl Ovo mit Wasser, 1T Kaffee, 2dl Tee
Testraum:	Alpine Medical Centrum, Ragaz
	Raum Leistungsdiagnostik
Laktatgerät:	1500 YSI Sport Lactate Analyzer
Temperatur	20 Grad
Testgerät:	Ergoline
Vor dem Test:	
Test	Laktatstufentest 3min pro Stufe, Beginn bei 70 Watt
Laktat bei Testabbruch	8.5 mmol
Ausfahren nach Test	2min/ Laktat 7.8 mmol
Dauerbelastung	60 min an anaerober Schwelle 100%, 155-156 Puls auf eigenem Rad auf Cateye Rolle
Subjektives Empfinden:	Borg 17
Laktat vor Sprint	1.5 mmol (Problem Schwellenbestimmung)*
	Sprints Direkt an Dauerbelastung 1.30min maximal, dann 1 min Pause (locker)
Laktat direkt nach Sprints	7.5 mmol
Messung 2min danach	7.4 mmol
Nach 3min	6.4 mmol
Nach 5min	6.0 mmol
Nach 10min	5.2 mmol
Nach 20min	3.9 mmol
Nach 30 min	3.7 mmol
Nach 2h	1.2 mmol
Nach 4h	1.1 mmol

Bemertherapie: Matte direkt an Test
nach 2min ausfahren (wegen Laktatentnahme) Stufe 3
(Dauer 8 Minuten)
Bemer Kissen P4:

Dann Test weiter gemäss Ablaufplan

Mittagessen: 12.30 Uhr (nach erster CK- Messung)
Salat, Reis, an Stroganoff Sauce
0.5l Wasser, 1 Tasse Kaffee

Getränk während Test 7,5l Tee

während Tag Tee, Kaffee

Bemerkungen:

*Problem Schwellenbestimmung: Wahrscheinlich wurde beim Probanden die Schwelle zu tief angesetzt, da er nach ca. 2-3min Pause (Radwechsel) vor den Sprints nur noch 1,5 mmol Laktat hatte. Um die Schwelle sicher festzustellen, müsste die Leistung bei 3,5 mmol Laktat 30 Minuten gehalten werden können. (ohne dass der Laktatwert sich erhöht).

Anhang B

Ergebnisse

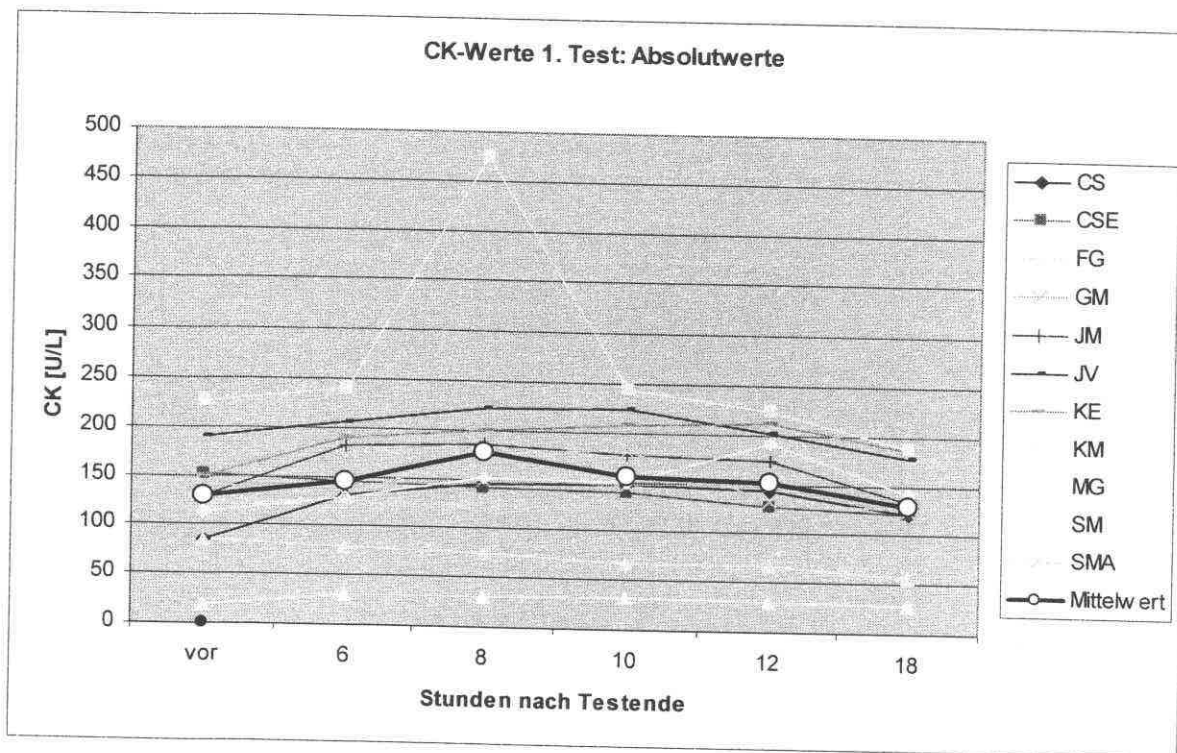


Abb: Absolutwerte der AthletInnen bei Test 1 (Placeboggerät)

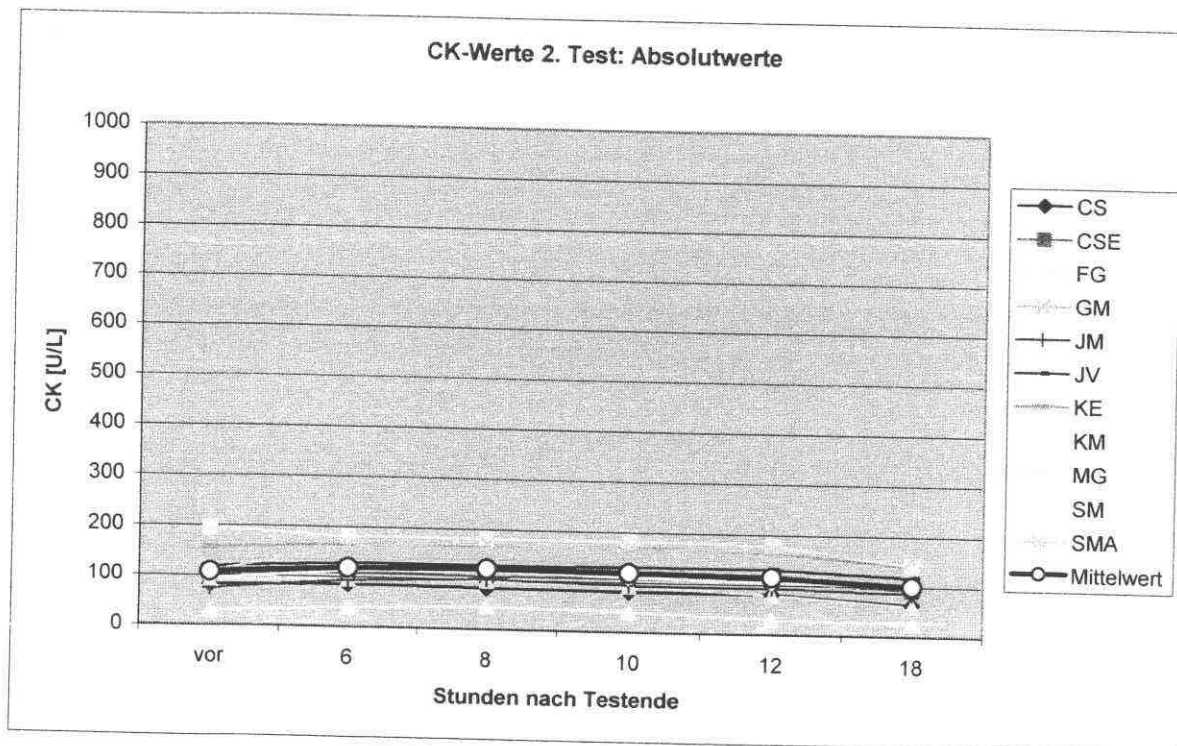


Abb: Absolutwerte bei Test 2 (Verumgerät)

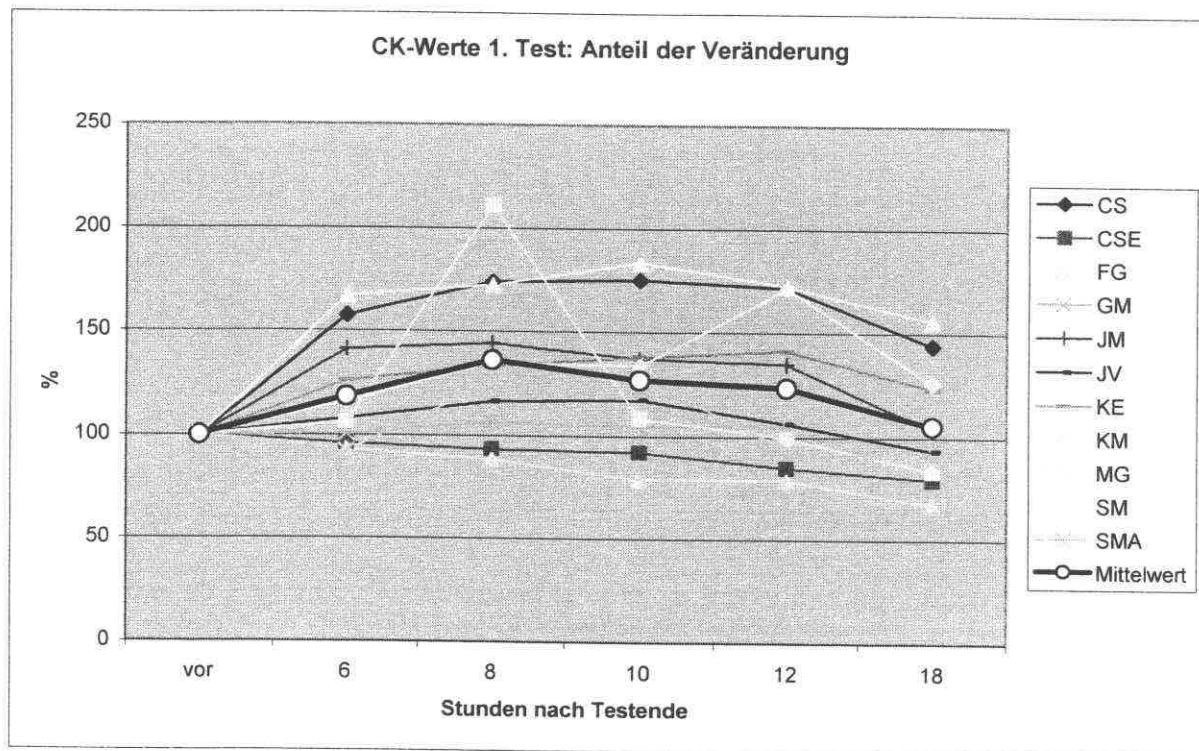


Abb: Prozentuale Darstellung der Absolutwerte bei Test 1 (Placeboggerät)

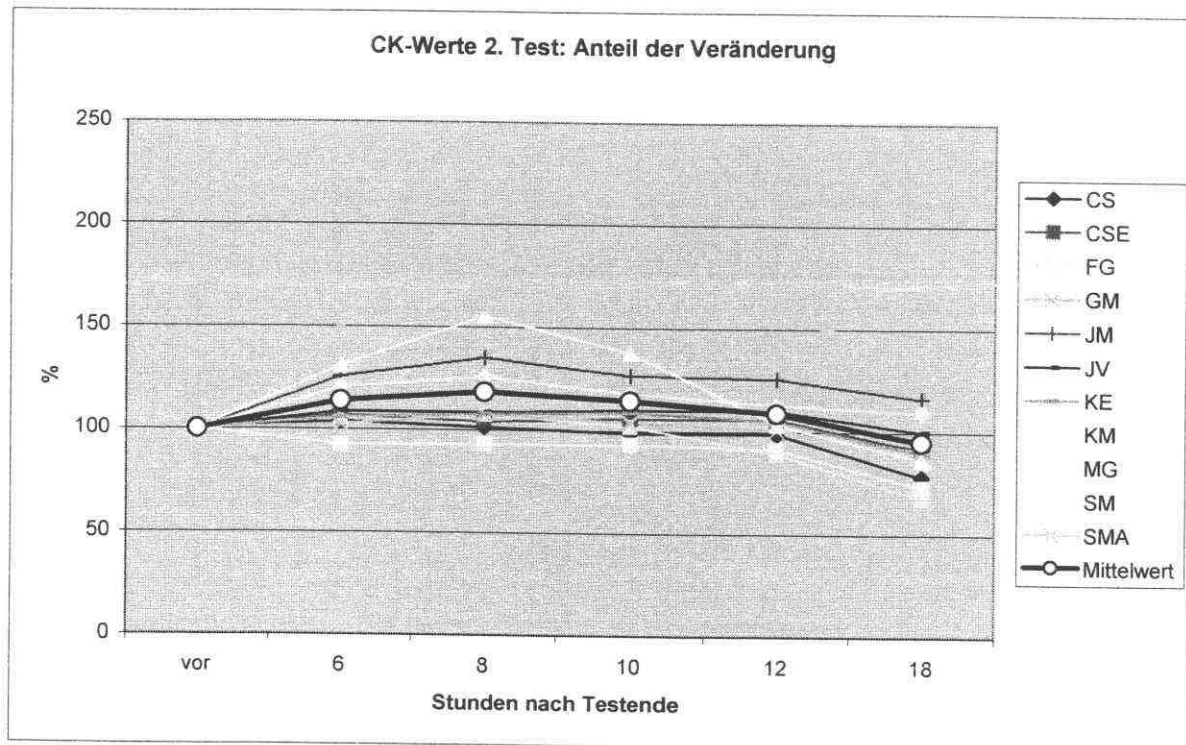


Abb: Prozentuale Darstellung der Absolutwerte bei Test 2 (Placeboggerät)

Gesamtübersicht der CK- Werte aller Probanden bei Test 1 und Test 2
(absolut und prozentual)

Absolut	Test 1										Test 2									
	0	6	8	10	12	18	0	6	8	10	12	18	0	6	8	10	12	18	0	6
GM	141	142	150	147	149	132	131	134	141	136	132	119	131	134	141	136	132	119	131	134
JV	190	205	221	223	202	178	118	128	128	130	130	118	118	128	128	130	130	118	118	128
SM	18	30	31	33	31	28	29	38	45	40	30	25	29	38	45	40	30	25	29	38
KM	112	130	151	150	192	141	93	112	117	110	105	102	93	112	117	110	105	102	93	112
FG	85	79	75	67	67	57	90	95	97	92	80	61	90	95	97	92	80	61	90	95
MG	225	239	474	244	224	188	195	180	181	182	178	142	195	180	181	182	178	142	195	180
JB	887	919	581	608	488	361	87	83	82	70	67	53	87	83	82	70	67	53	87	83
SMA	142	131	178	182	133	126	108	163	171	167	166	154	108	163	171	167	166	154	108	163
CS	84	132	146	147	144	121	82	85	83	81	81	64	82	85	83	81	81	64	82	85
JM	129	182	186	177	174	134	74	93	100	94	93	86	74	93	100	94	93	86	74	93
KE	150	189	200	207	212	185	156	165	168	170	164	140	156	165	168	170	164	140	156	165
CSE	151	145	141	139	128	120	102	109	106	108	108	93	102	109	106	108	108	93	102	109

Prozentual	Test 1										Test 2									
	0	6	8	10	12	18	0	6	8	10	12	18	0	6	8	10	12	18	0	6
GM	0.00	0.71	6.38	4.26	5.67	-6.38	0.00	2.29	7.63	3.82	0.76	-9.16	0.00	2.29	7.63	3.82	0.76	-9.16	0.00	2.29
JV	0.00	7.89	16.32	17.37	6.32	-6.32	0.00	8.47	8.47	10.17	10.17	0.00	0.00	8.47	8.47	10.17	10.17	0.00	0.00	8.47
SM	0.00	66.67	72.22	83.33	72.22	55.56	0.00	31.03	55.17	37.93	3.45	-13.79	0.00	31.03	55.17	37.93	3.45	-13.79	0.00	31.03
KM	0.00	16.07	34.82	33.93	71.43	25.89	0.00	20.43	25.81	18.28	12.90	9.68	0.00	20.43	25.81	18.28	12.90	9.68	0.00	20.43
FG	0.00	-7.06	-11.76	-21.18	-21.18	-32.94	0.00	5.56	7.78	2.22	-11.11	-32.22	0.00	5.56	7.78	2.22	-11.11	-32.22	0.00	5.56
MG	0.00	6.22	110.67	8.44	-0.44	-16.44	0.00	-7.69	-7.18	-6.67	-8.72	-27.18	0.00	-7.69	-7.18	-6.67	-8.72	-27.18	0.00	-7.69
JB	0.00	3.61	-34.50	-31.45	-44.98	-59.30	0.00	-4.60	-5.75	-19.54	-22.99	-39.08	0.00	-4.60	-5.75	-19.54	-22.99	-39.08	0.00	-4.60
SMA	0.00	-7.75	25.35	28.17	-6.34	-11.27	0.00	50.93	58.33	54.63	53.70	42.59	0.00	50.93	58.33	54.63	53.70	42.59	0.00	50.93
CS	0.00	57.14	73.81	75.00	71.43	44.05	0.00	3.66	1.22	-1.22	-1.22	-21.95	0.00	3.66	1.22	-1.22	-1.22	-21.95	0.00	3.66
JM	0.00	41.09	44.19	37.21	34.88	3.88	0.00	25.68	35.14	27.03	25.68	16.22	0.00	25.68	35.14	27.03	25.68	16.22	0.00	25.68
KE	0.00	26.00	33.33	38.00	41.33	23.33	0.00	5.77	7.69	8.97	5.13	-10.26	0.00	5.77	7.69	8.97	5.13	-10.26	0.00	5.77
CSE	0.00	-3.97	-6.62	-7.95	-15.23	-20.53	0.00	6.86	3.92	5.88	5.88	-8.82	0.00	6.86	3.92	5.88	5.88	-8.82	0.00	6.86

Anhang C

Beispiel Protokolle Probanden



Rahmenbedingungen CK- Studie Propriodynamics

Datum: 2.06.03
Beginn : 11.30Uhr
Gerätenr: 206307

Person:

Name: Gabi Muster
Adresse: Musterstrasse,
Email: muster@muster.ch

Tel:

Sportart: Ausdauer (Triathlon, Bike, LL, Inline), Kanu

Training Vortag: Velo Tri 55min aerob, 20` Schwimmen See, Velo Tri 50` aerob

Anz. Trainingsstunden Vorwoche: 9,5h

Wöchentliche Trainingstunden (Durchschnittlich): 12h

Letzter Wettkampf oder der WK- Training vor dem Test: Samstag 31.05.03
Sprinttri 0,5/20/5

Schlaf:

Anz. Stunden: 7h
Qualität: gut

Essen:

Wann letztes Mal vor Test? 2,5h vor Test Frühstück
Was? Apfel, Kiwi, ctm plus Müesli mit Milch, 1 Scheibe Brot, Konfi

Getränke:

Wann? 2,5h vor Test/ 1h vor Test
Was? 2 Kaffee/ ca. 2dl Wasser

Testraum:

Alpine Medical Centrum, Ragaz
Raum Leistungsdiagnostik Propriodynamics

Laktatgerät:

Lactate Pro, Axon Lab AG

Testgerät:

Propriodynamics

Temperatur im Testraum:

20 Grad

Bemerkungen:

konnte Position gut halten

Fragebogen CK- Studie:

Datum: 02.06.03
Zeit: 11.30Uhr
Bemer-Gerätenummer 206307

Person: Gabi Muster, Kanu, Triathlon
Geburtsdatum: 21.11.74 / 1.64m/60kg
Sportart: Kanu, Triathlon

Befinden vor dem Test : gut

Nach 1. Belastung:

Borg: 18
Laktat: 3.4 mmol

Nach 2. Belastung:

Borg: 17
Laktat: 3.7 mmol

Nach 3. Belastung:

Borg: 18
Laktat: 4.1 mmol

Nach 4. Belastung:

Borg: 19
Laktat: 4.0 mmol

Nach 5. Belastung:

Borg: 18
Laktat: 3.8 mmol

Nach 6. Belastung:

Borg: 19
Laktat: 4.0 mmol
2min nach Testende: 2.8 mmol

Feeling Bemer Einsatz direkt nach Belastung: Nichts Spezielles

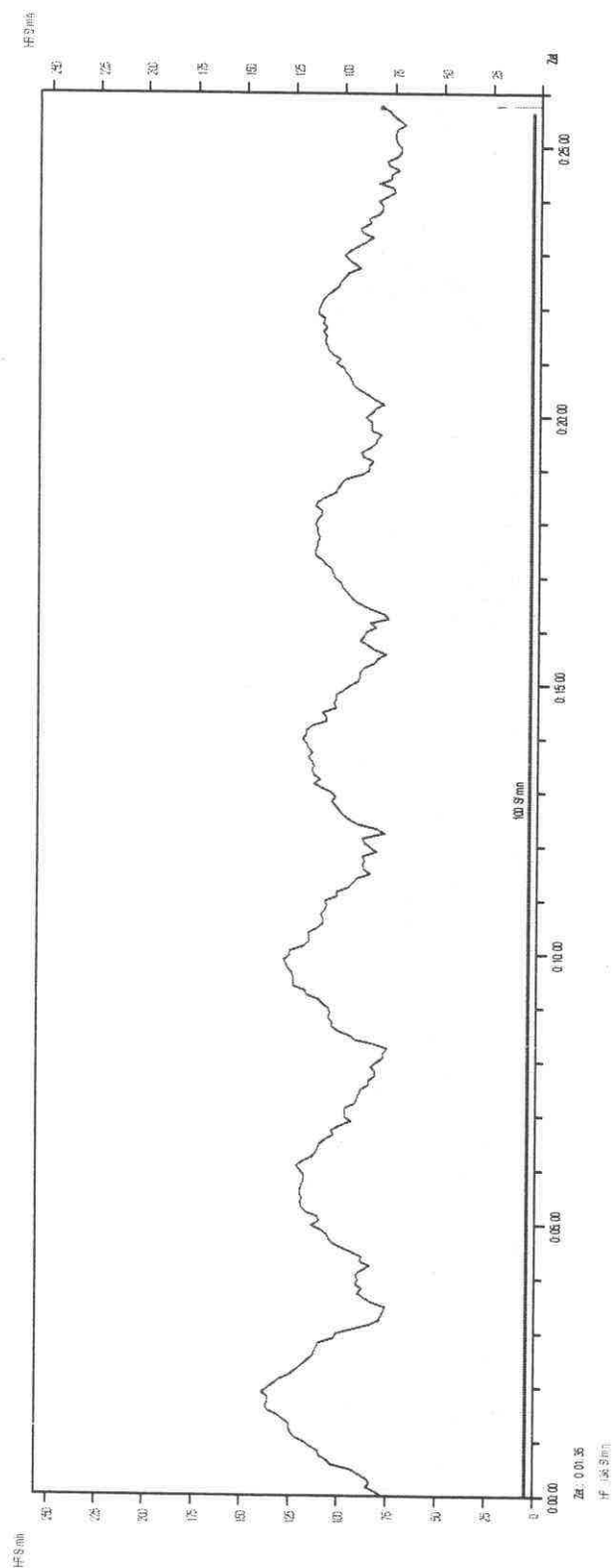
1. CK Ausgangswert 141
2. CK nach 6h (17.50 Uhr) 142
3. CK nach 8h (19.50 Uhr) 150
4. CK nach 10h (21.50 Uhr) 147
5. CK nach 12h (23.40 Uhr) 149
6. CK nach 18h (5.45 Uhr) 132

Feeling : gut geschlafen, lokal auf Druck Oberschenkelschmerzen, sonst nur müde Beine
Beurteilung des subjektiven Belastungsempfindens nach Borg

Borg-Skala:

6	
7	sehr, sehr locker
8	
9	sehr locker
10	
11	
12	
13	ein wenig hart
14	
15	hart
16	
17	sehr hart
18	
19	sehr, sehr hart
20	

Pulskurve eines Probanden beim Propriodynamics-Test



Person	Gabi Müller		Datum	02.03.2003		HF of respiration Diagnostics I	100 S/min	
Erst	02.03.2003 11:40		Zeit	11:40:40		HF of respiration max	139 S/min	
Sportart	Propriodynamisches		Dauer	0.25:46.7				
Anmerkungen						Absatz	0.00:00 - 0.25:46 (0.25:46.0)	