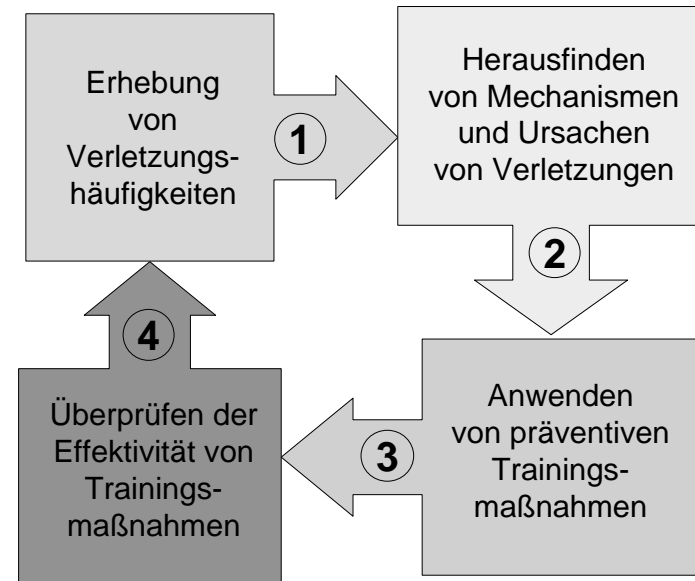


Konditionelle Aspekte der Verletzungsprophylaxe im alpinen Skirennlauf

Dr. Christian Raschner

4 Schrittemodell zur Verletzungsprophylaxe nach Bahr/Krosshaug 2009



1

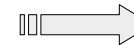
Flørenes TW, Bere T, Nordsletten L, Heir S, Bahr R.
Br J Sports Med. 2009 Dec;43(13):973-8.
Injuries among male and female World Cup alpine skiers.

Zusammengefasste Ergebnisse:

Höheres Verletzungsrisiko im alpinen Skirennlauf wie bisher bei wiss. Erhebungen berichtet. **Knie** ist das am häufigsten betroffene Körperteil (36%). Die Verletzungsrate steigt mit **steigender Geschwindigkeit** der Disziplinen.

Incidence and injury mechanisms of anterior cruciate ligament injury in professional junior alpine skiers in Austria

Tecklenburg K., et al. (2006)



3.1% aller Burschen und 7,0% aller Mädchen von **10 bis 14 Jahren** im Vergleich **10.4%** aller Burschen und **26.2%** aller Mädchen von **15 bis 18 Jahren** hatten bereits eine **ACL Ruptur**.

Nachwuchsnationalteam MÄDCHEN: 53.8% hatten bereits eine ACL Ruptur.

Erschwerend kommt noch die Tatsache hinzu, dass neben einem Kreuzbandriss häufig weitere Strukturen im Knie (Seitenbänder, Menisccii, Knorpel) in Mitleidenschaft gezogen werden.

Zunehmend wird in der Fachliteratur dabei auf die **weiterführende Problematik** dieser schweren Knieverletzungen (z.B. Arthrosen) hingewiesen.

1

Viele Studien zeigen, dass die Inzidenz von Kreuzbandrupturen bei Frauen deutlich höher ist wie bei Männern.

Shea et al., 2004:

... ab einem Alter von ca. **12 Jahren** verletzen sich Mädchen im Vergleich zu den Burschen signifikant häufiger

Jugendliche FußballspielerInnen:
Verletzungsrate der weibl. Spielerinnen **3x** höher als die der männlichen Spieler (Lindenfeld et al., 1994)

NCAA

Fußball: Kreuzbandrupturen bei Frauen **2,4x** häufiger

Basketball: Kreuzbandrupturen bei Frauen **4,2x** häufiger

(Arendt et al., 1995)



2

Internal risk factors:

- Alter
- Geschlecht
- Anthropometrie
- Genereller Gesundheitszustand (alte Verletzungen)
- Fitness
- Anatomie
- Skifahrerisches Können
- Psychologische Faktoren

External risk factors:

- Regeln (Kurssetzung)
- Material (Taillierungen)
- Schützer (Helm)
- Rahmenbedingungen (Wetter, Piste)

Training/Wettkampf:

- Rennsituation
- Athletensituation
- physikal. Tatsachen

Comprehensive model for injury causation
modifiziert nach Bahr/Krosshaug 2009



2

Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Injury in World Cup Alpine Skiing

A Systematic Video Analysis of 20 Cases

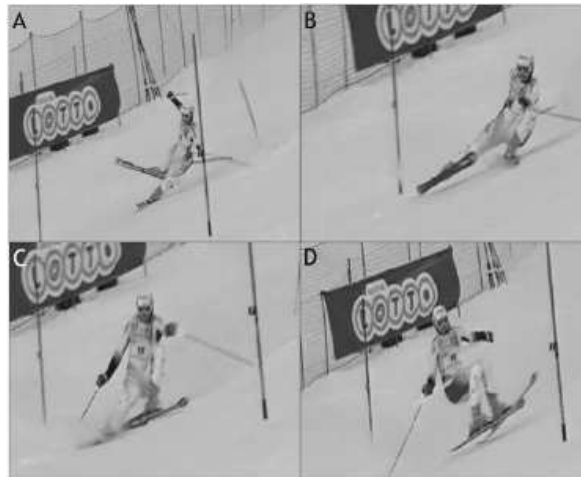
2011



Tone Berre,¹ PT, MSc, Torje Wåle Florenes,¹ MD, PhD, Tron Krosshaug,¹ PhD, Hideyuki Koga,¹ MD, PhD, Lars Nordsetten,¹ MD, PhD, Christopher Irving,¹ MD, Erich Müller,² PhD, Robert Cortas Reid,² PhD, Veli Sanner,¹ PhD, and Roald Bahr,¹ MD, PhD
Investigation performed at the Oslo Sports Trauma Research Center, Department of Sports Medicine, Norwegian School of Sport Sciences, Oslo, Norway

Im Skirennlauf
vorrangig
3 Mechanismen

SLIP-CATCH



2



!! Kniewinkel !!



2

ÖSV
Nachwuchskaderläufer



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

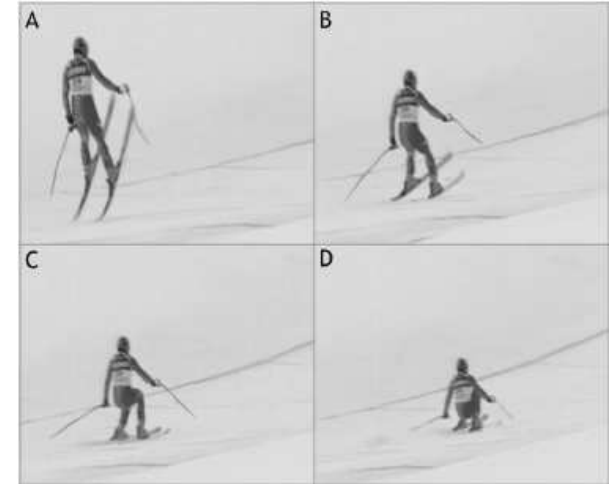
Dr. Christian Raschner



2

Mechanismen

LANDING
BACK-WEIGHTED



Bere et al., 2011



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

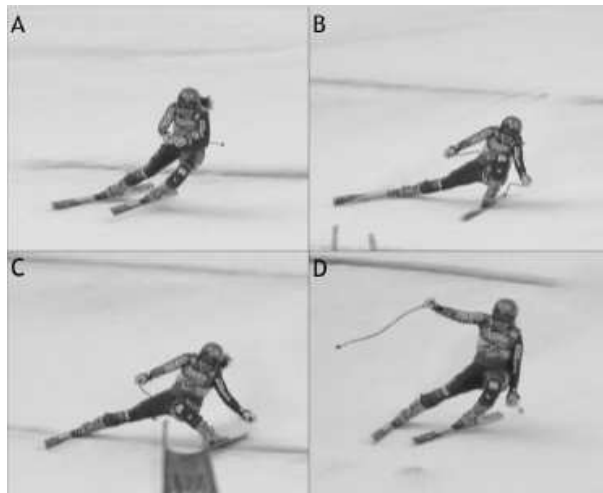
Dr. Christian Raschner



2

Mechanismen

DYNAMIC
SNOWPLOW



Bere et al., 2011



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



2



Foto: Chr. Raschner



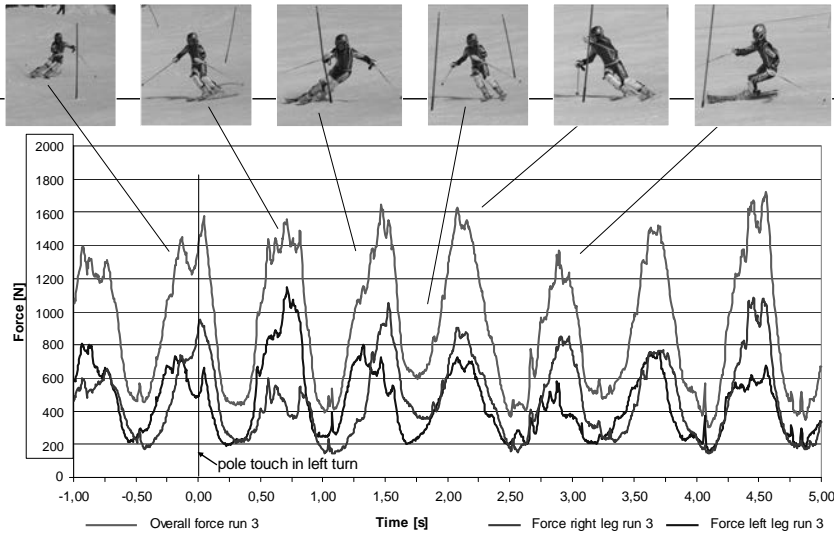
INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



2

Druckverteilungsmessungen im Schüleralter



Raschner, Graupp et al., 2007



OLYMPIAZENTRUM
GAMMA SPORT
TECHNOLOGIES

INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

2

BJSM

More data needed on injury risk among young elite athletes

2010

Kathrin Steffen and Lars Engebretsen



THE RELATIONSHIP BETWEEN ACL INJURIES AND PHYSICAL FITNESS IN JUNIOR AUSTRIAN ALPINE SKI RACERS - A 10 YEAR LONGITUDINAL STUDY

Christian Raschner, et al. 2011

IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport

Monaco 2011

OLYMPIAZENTRUM
GAMMA SPORT
TECHNOLOGIES

INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



2

Ziel dieser Studie war es, einen möglichen Zusammenhang zwischen ACL Verletzungen und der Fitness von NachwuchsskirennläuferInnen zu erheben



Fotos: Chr. Raschner



OLYMPIAZENTRUM
GAMMA SPORT
TECHNOLOGIES

INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

SKIGYMNASIUM STAMS

Sprung-
koordinationstest



Kraftausdauerstest



isom. Maximalkraft
Beine



isom. Maximalkraft
des Rumpfes

Sprungkrafttests



Linienlauf & Cooper test

OLYMPIAZENTRUM
GAMMA SPORT
TECHNOLOGIES

INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



2

Projekt: Leistungsdiagnostik Skigymnasium Stams

von 1996 bis 2006:

175 Mädchen und 195 Burschen im
Alter zwischen 14 und 19 Jahren

57 ALC Verletzungen
(39 in ♀ / 18 in ♂)



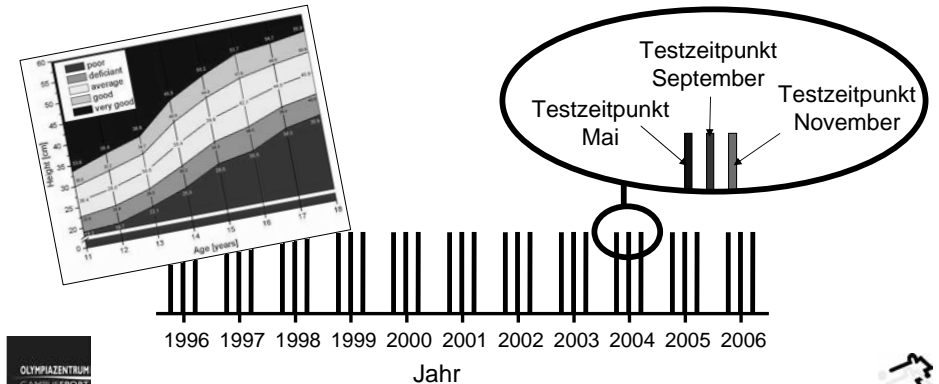
INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



2

Im Falle einer **ACL Verletzung**
wurde das letzte Testresultat
vor der Verletzung mit den
Normdaten von nicht-verletzten
AthletenInnen verglichen.



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



2

Burschen

Nagelkerke R^2 0.368

mit 4 voraussagenden Variablen

- relative Beinkraft
- relative Rumpfkraft
- Verhältnis von Rumpfflexions zu -extensionskraft
- Reaktivkraftindex



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



2

Mädchen

Nagelkerke R^2 0.236

mit 2 voraussagenden Variablen

- absolute Rumpfkraft
- Verhältnis von Rumpfflexions zu -extensionskraft



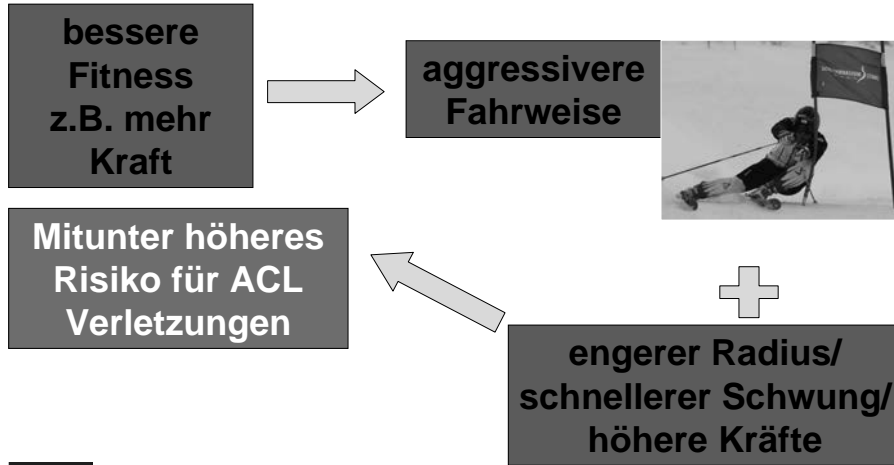
INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



2

Ein Problem im alpinen Skirennlauf und der ACL Verletzungsprophylaxe



3

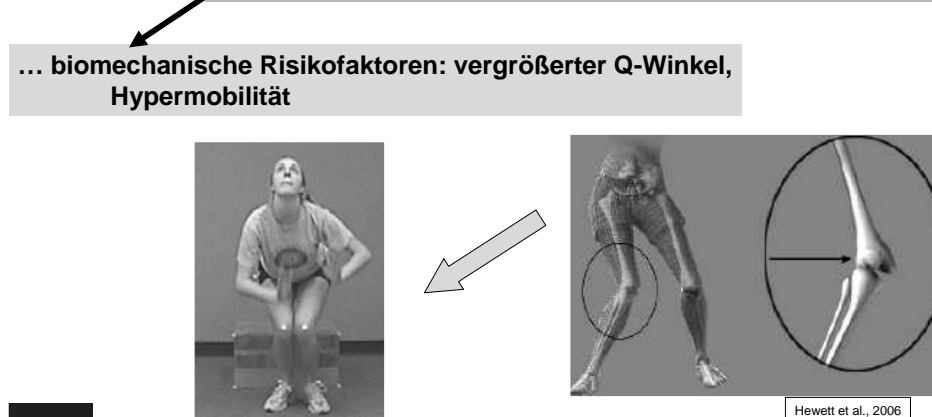
neuromuskuläre Risikofaktoren :

Hewett et al., (2001) erwähnen 3 Bereiche:

- + **ligament dominance** (z.B. fehlende muskuläre Kontrolle von Drehmomenten)
- + **quadriceps dominance** (schlechtes H:Q Verhältnis)
- + **leg dominance** (Missverhältnis zwischen beiden Beinen)

3

„**ligament (Band) dominance**“:
wenn die Bänder anstatt der Muskulatur einen entsprechenden Anteil der Bodenreaktionskräfte bei bestimmten Bewegungen absorbieren.

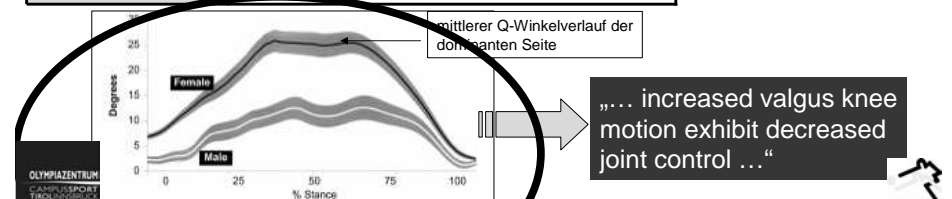
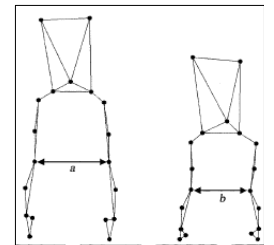


3

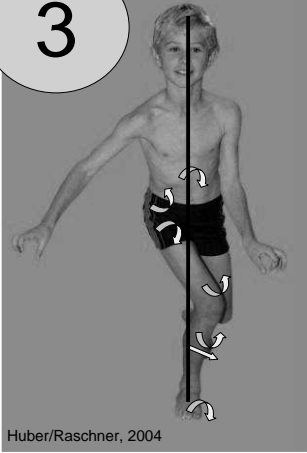
Ford et al., 2003 (Arbeitsgruppe Hewett, T.)

Valgus Knee Motion during Landing in High School Female and Male Basketball Players

Probanden	81 High School Basketball Players (47♀, 34♂), Alter: 16
Untersuchung	Kinematische Analyse mit 23 Marker (statische Messung als Referenzmessung), 2 Kraftmessplatten simul. Reboundsprung (DJ von 31 cm)
Ergebnisse	Sign. höherer max. Valgusstellung bei den Mädchen (16,1±2,1 zu 27,6±2,2); Unterschiede in dom. & nicht dom. Seite bei ♀!

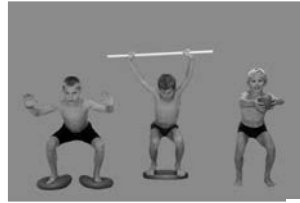
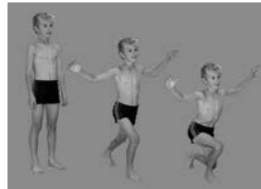


3



Huber/Raschner, 2004

Methodische richtige Aneignung und Sensibilisierung muss bereits im Kindes- bzw. Schüleralter erfolgen!!!!



Ganzkörperstabilisation: speziell Beinachse/Hüfte/Rumpf



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

3

„quadriceps (Muskel) dominance“

Hewett et al., 1996: männliche Athleten zeigten bei Landungen eine deutlich stärkere Aktivierung der Hamstrings im Vergleich zu den weiblichen Athletinnen.

Huston & Wojtys, 1996: Unterschiede in der muskulären Ansteuerung zwischen Männern und Frauen. Bei Frauen kam es **zuerst** zu einer Aktivierung der Quadrizepsmuskeln, bei Männern zuerst zur Aktivierung der Hamstrings ...

Frauen weisen wesentlich häufiger ein „schlechtes“ H:Q Verhältnis auf ...
(Hewett 1996, Huston & Wojtys, 1996)



Baratta et al., 1988: ... betonen, dass ein unausgeglichenes H:Q Verhältnis sowie eine schlechte Coaktivierung Bandverletzungen begünstigen.



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

3

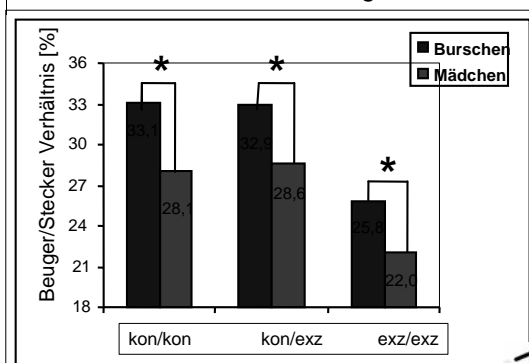
Diskussion: Beuger/Strecker Verhältnisse in OKC versus CKC

- Stamser Schüler: Alter: 16,1 ± 1,1 Jahre
Burschen (n = 20)
Mädchen (n = 22)

CKC Messungen



Lackner et al., 2004



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

3

“limb (Bein) dominance”

Ford et al., 2003: „Limb dominance may potentially place both limbs at an increased risk of ACL injuries“

Aber Aufgrund der rhythmischen Schwungfolge, ist eine muskulare Dysbalance/Seitigkeit der unteren Extremität im Skirennlauf nicht wünschenswert.

Beinstreckkraft

Verhältnis re/li	%	SD
11	7.7	1.33
12	3.0	0.99
13	4.5	1.11
14	3.6	0.99
15	3.3	0.78
16	2.4	1.62
17	3.9	0.65
18	3.7	0.67

Verhältnis re/li

Nach Verletzungen Dysbalancen bis zu 60%



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

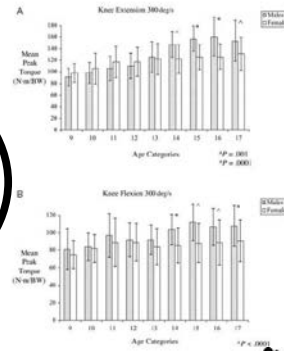
3

Barber-Westin et al., 2006

Jump-Land Characteristics and Muscle Strength Development in Young Athletes: A Gender Comparison of 1140 Athletes 9 to 17 Years of Age



Probanden	916 Mädchen, 224 Burschen aus Schulen und Vereinen
Untersuchung	Isokinetisch Flexion/Extensionstests, Video Drop Jumpstest, 2 einbeinige Sprungtests
exemplarische Ergebnisse	Mädchen: signifikanter Kraftanstieg der rel. Extensionskraft der 9 bis 13jährigen; danach kein statistisch nachweisbarer Anstieg. Rel. Flexionskraft steigt nur bis zum 11 LJ. sign. an. H:Q Verhältnis sinkt von 82% bei den 10jährigen auf 70% bei den 17jährigen.



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

3

Rumpfkraft
Kraftgenerierung
Oberkörperstabilisation



Aus den bisherigen Ergebnissen geht hervor, dass die Rumpfkraft und das flexion:extension Verhältnis ein kritischer Faktor für die Prävention von ACL Verletzungen sein könnte

... eine schlechte Körperstabilität führt zu erhöhter Gefahr von Verletzungen der unteren Extremität

(Hewett et al. 1999, Griffin et al. 2000, Leetun et al. 2004, Zazulak et al. 2007)



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

Die verletzen Burschen zeigten im DJ Test signifikant schlechtere Reaktivkraftleistung

Knee injury prevention must improve neuromuscular patterns in leg muscles ...

(Hewett et al. 1999 & 2005, Ford et al. 2003 & 2005)



... mehr allgemeines und skispezifisches Reaktivkrafttraining ist empfehlenswert



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

3

MFT-S3

Gleichgewichtstests wurden in Stams erst 2006 implementiert



... wir wissen alle, dass ein gutes Gleichgewicht für eine zentrale Position am Ski wichtig ist

Ein gutes Gleichgewicht ist sehr wichtig für die Verletzungsprophylaxe ...

(Myklebust et al. 2005, Olson et al. 2006, Hrysomallis 2007, Bahr & Krosshaug 2009)



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner

Trainingspraktische Empfehlungen

AKTIONSSCHNELLIGKEIT

Elementare
Schnelligkeit

Intermuskuläre
Koordination
(Bewegungstechnik)

Explosiv-
kraftniveau

azyklisch

zyklisch

OLYMPIAZENTRUM
CASIMIR SPORT
TECHNOLOGIE

INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



AZYKLISCHE und ZYKLISCHE SCHNELLIGKEIT

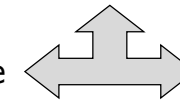
„Die Geschwindigkeit mit der die Muskulatur durch das nervale System angesprochen bzw. angesteuert wird, d. h. wie schnell und effektiv die muskuläre Aktion beginnt.“

< 170 ms

> 170 ms

Voss 1993

kurze Zeitprogramme



lange Zeitprogramme

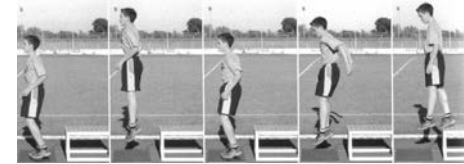


Foto aus: Voss/Witt/Werthner, 2007

Azyklische
Schnelligkeit

OLYMPIAZENTRUM
CASIMIR SPORT
TECHNOLOGIE

INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



Training der zyklischen Schnelligkeit - Tappings



Foto und Video: Chr. Raschner

Frequenzschnelligkeit am Stand → wie viele Bodenkontakte pro Sekunde?

OLYMPIAZENTRUM
CASIMIR SPORT
TECHNOLOGIE

INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

Dr. Christian Raschner



Training der zyklischen Schnelligkeit



Fotos: Chr. Raschner



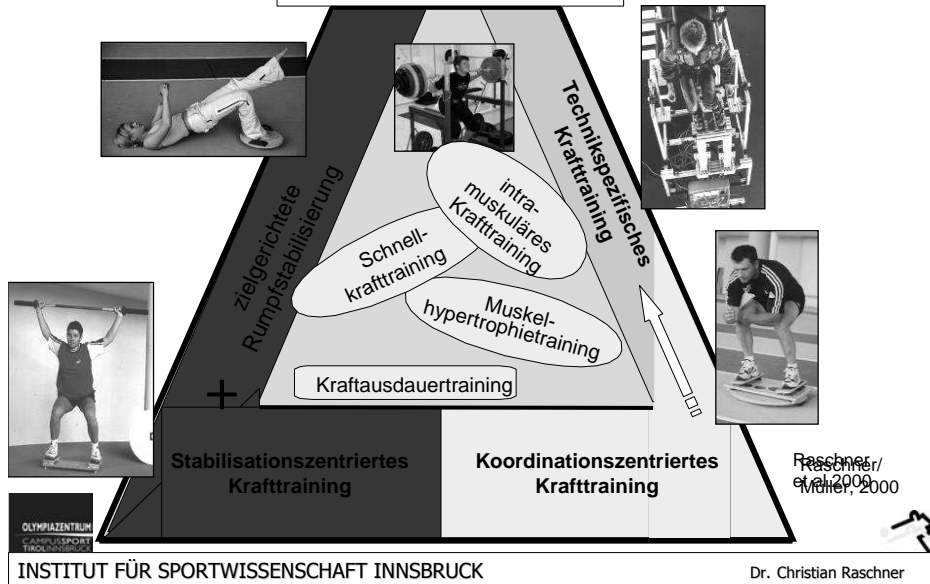
OLYMPIAZENTRUM
CASIMIR SPORT
TECHNOLOGIE

INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT INNSBRUCK

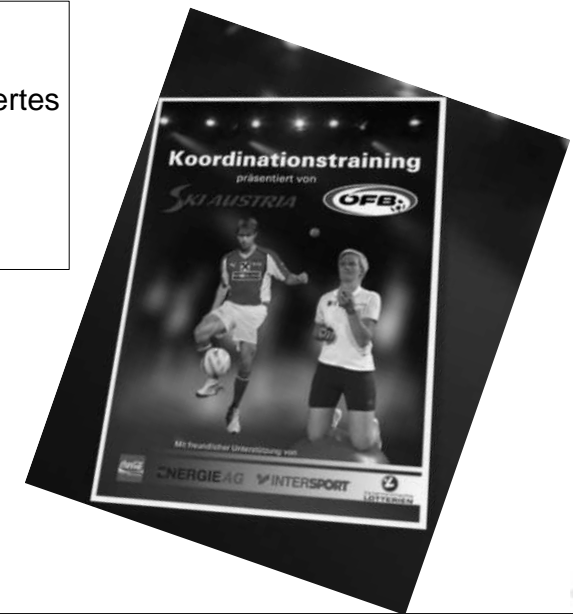
Dr. Christian Raschner



ANSATZ EINES ENTWICKLUNGSGEMÄSSEN AUFBAUES DES KRAFTTRAININGS

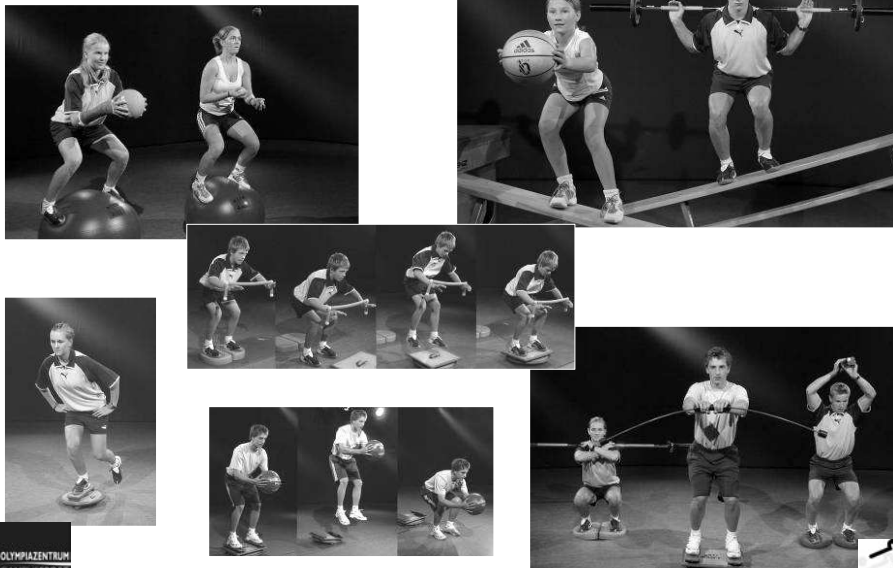


Koordinations- und Stabilisationszentriertes Krafttraining Für Kinder/Schüler & Jugendliche

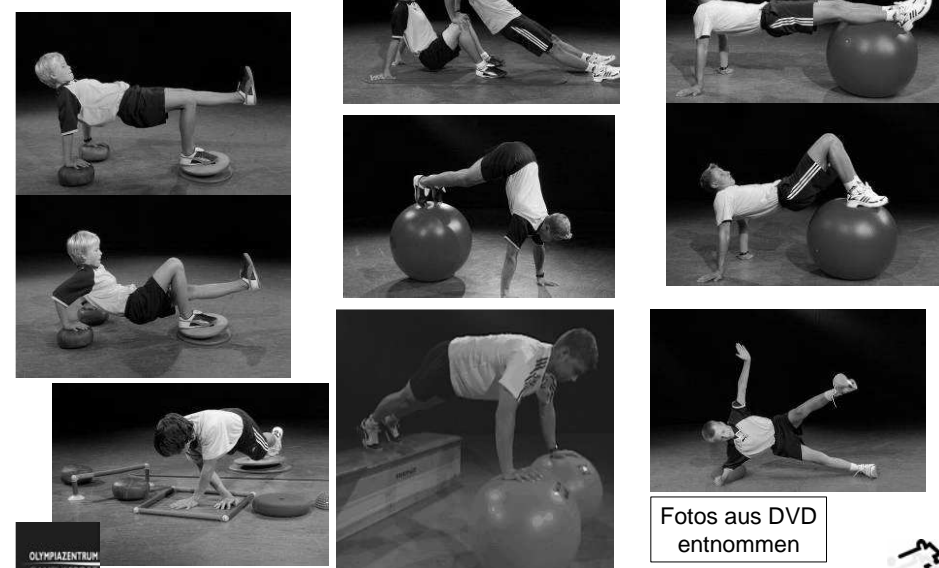


Kniebeuge

Beispielfotos aus DVD entnommen



Stütz



Fotos aus DVD entnommen

Aber auch schon im Schüleralter beginnen mit Krafttrainingsmethoden zu Verbesserung der Maximalkraft

z.B. einbeinige tiefe Kniebeugen (kein Zusatzgewicht nötig)



Trainingsmethoden zur Verbesserung der motorischen Maximalkraft

TRM zur Verbesserung der Absolutkraft (Hypertrophietraining)

TRM zur Verbesserung der intramuskulären Koordination

Welche Methode ist wann mit wem sinnvoll im Sinne einer Verletzungsprophylaxe durchzuführen?



Nachwuchsskirennlauf

Erlernen der technisch richtigen Ausführung der Kniebeuge (inkl. einbeinige KB z.B. im Ausfallschritt) ab dem 10. LJ

Ab ca. dem 13-15. LJ Erlernen der Grobform des Umsetzens (wenn möglich unter Anleitung von externen Experten)

Rumpfkraft hat in allen Alterstufen mit die höchste Priorität (Maximalkraft und nicht nur Kraftausdauer!!)

Auch verstärkt Krafttraining des Oberkörpers



Gleichgewicht

Zentrale Position
Zentrale Position

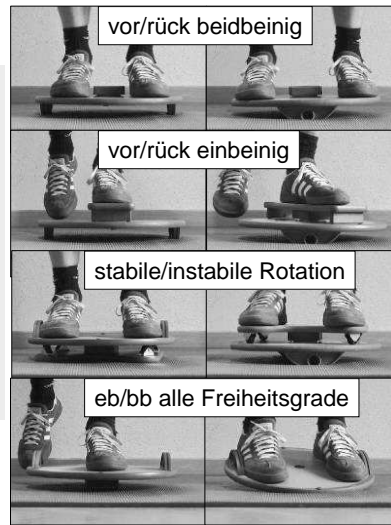
KÖRPERWAHRNEHMUNG



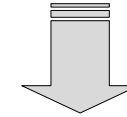
Foto: Philip Cevalier



**AUCH BEIM
GLEICHGEWICHTS-
TRAINING
IST EIN METHODISCHER
AUFBAU BZW.
EINE SYSTEMATIK
SEHR WICHTIG**



Sensomotorisches Training
für SkirennläuferInnen erfordert ein
variationstreiches Übungsgut mit
vielen unterschiedlichen Trainingsreizen



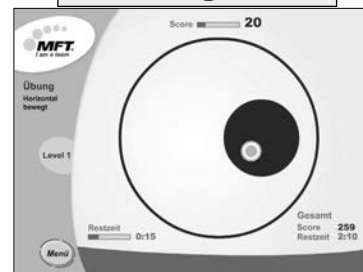
**Slack-line Training
alleine genügt
sicherlich nicht**



**Einfache
Trainingsgeräte
sowohl für
Spitzensportler
als auch Schüler
geeignet**



Challenge Disc



**Vom allgemeinen
koordinationszentrierten
Krafttraining hin bis zu
skispezifischen Übungen
und Feedbacktraining**



**Team und
derzeitige
AthletenInnen
des
Olympiazentrums**

**DANKE FÜR'S
ZUHÖREN**

OLYMPIAZENTRUM

**CAMPUSSPORT
TIROLINNSBRUCK**

