

لَذْوَيْلَمْزَن

سَبَرْجَنْ





آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک ایران
بخش بیومکانیک، فناوری و مهندسی ورزش

کارگاه آموزشی

بیومکانیک ورزش و پیشگیری از آسیب ACL

۱۹ آبان ماه ۱۴۰۰

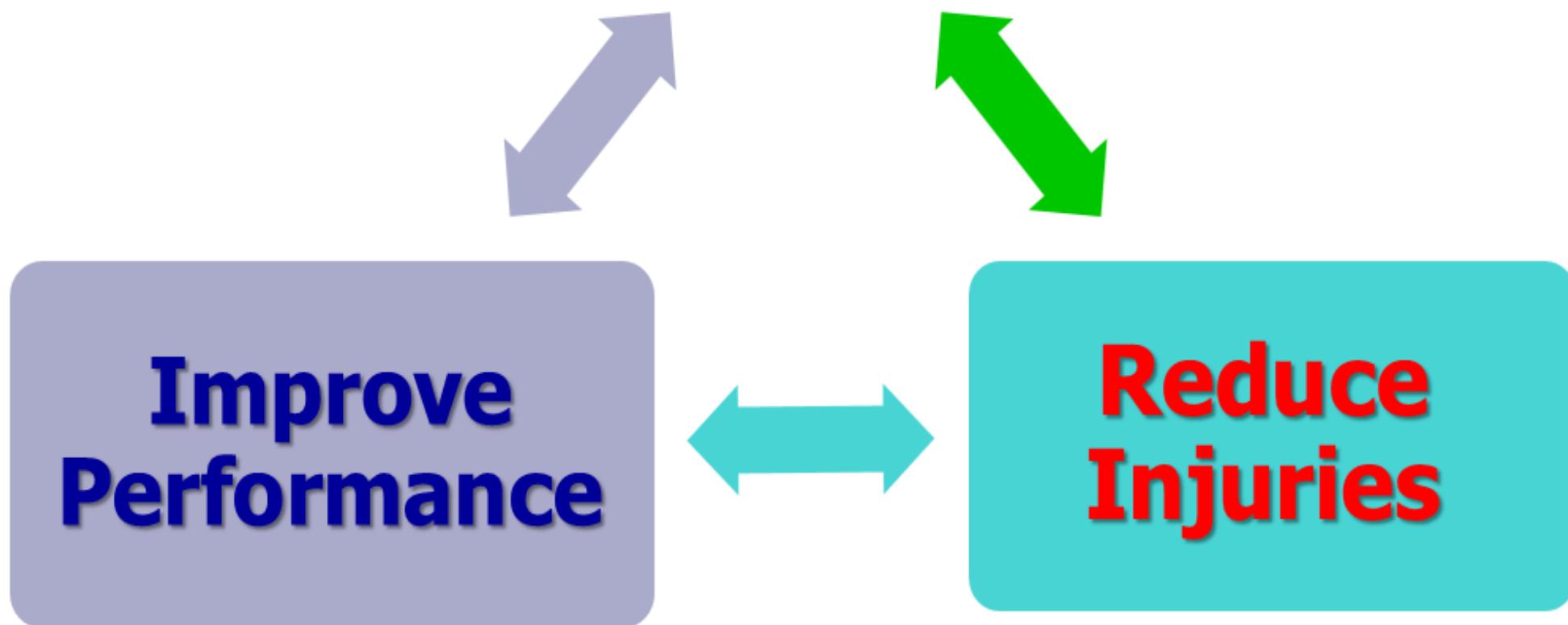


آکادمی ملی المپیک
جمهوری اسلامی ایران
N.O.A.I.R.IRAN

آزمون های بیومکانیکی تشخیصی ریسک آسیب ACL

الهام شیرزاد
عضو هیات علمی دانشگاه تهران

Sports Biomechanics





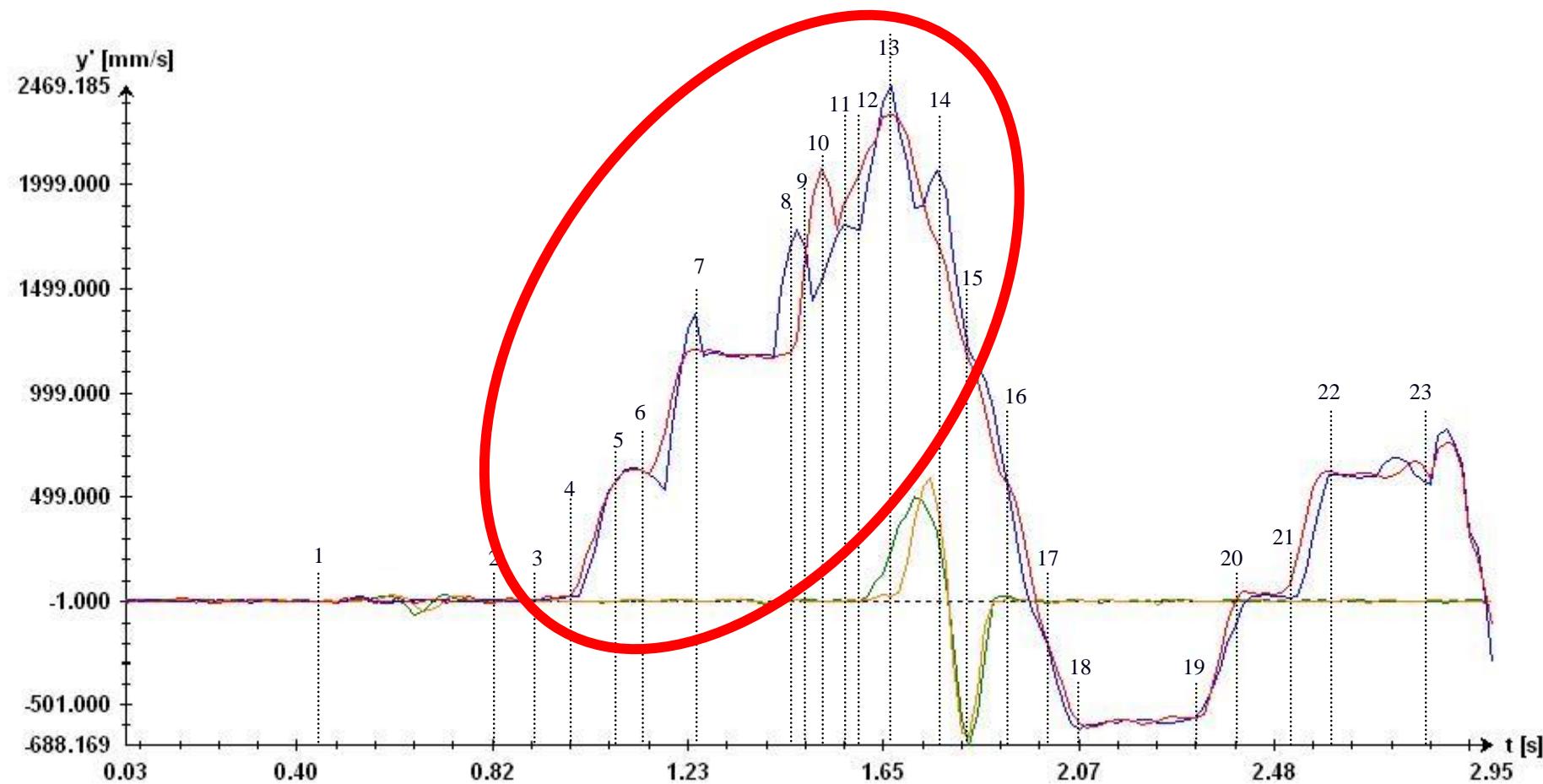
Snatch Analysis

Kinematics data



Snatch

Vertical Velocity



چرا پیشگیری از آسیب های ورزشی مهم است؟





علوم حرکتی انسان

عملکرد بهینه

حوزه سلامت

اجرای بدون درد
حرکات روزمره

حوزه رقابت

بهبود عملکرد
ورزشی

معیارها: ارتفاع پرش، سرعت دویدن،
میزان چابکی، امتیاز در بازی ...

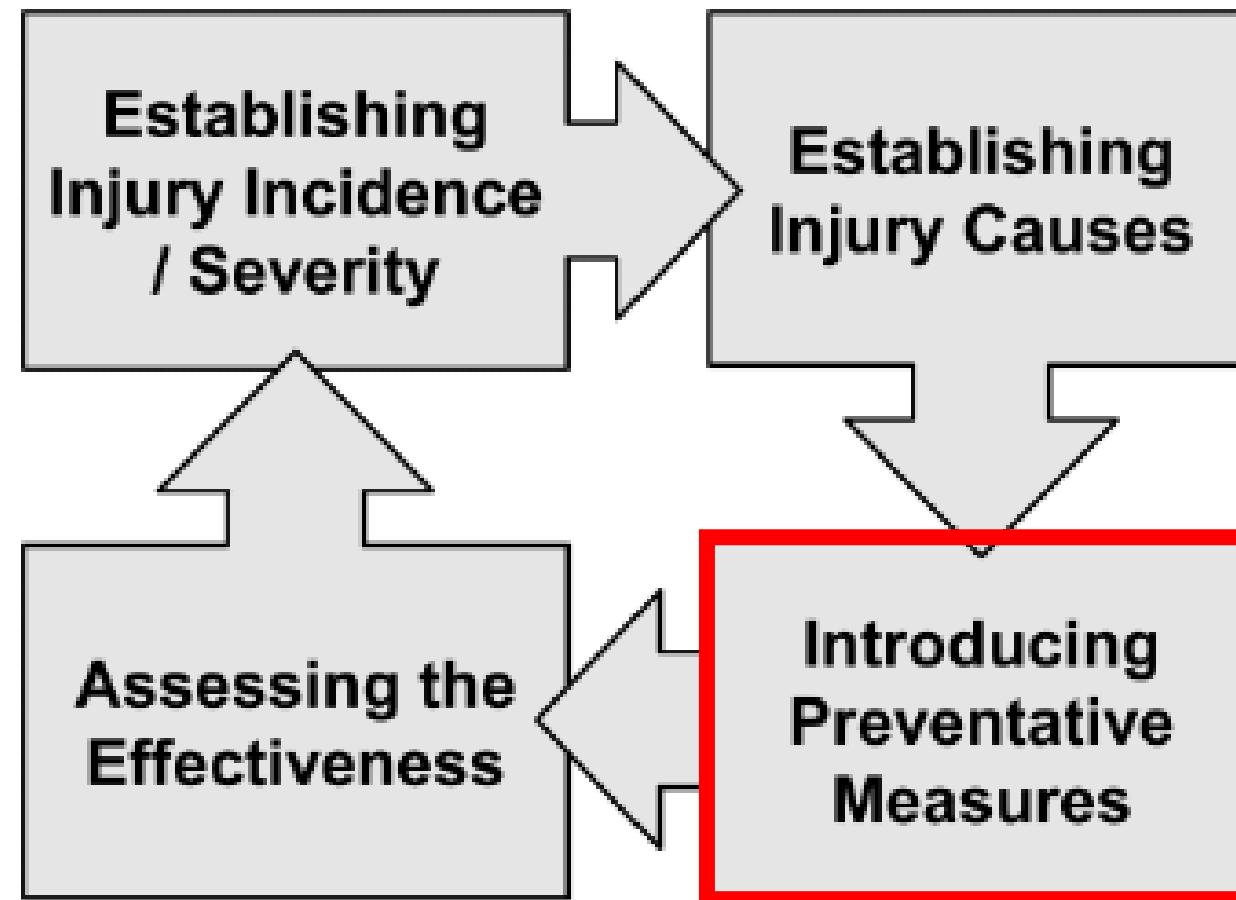
کاهش ریسک
آسیب

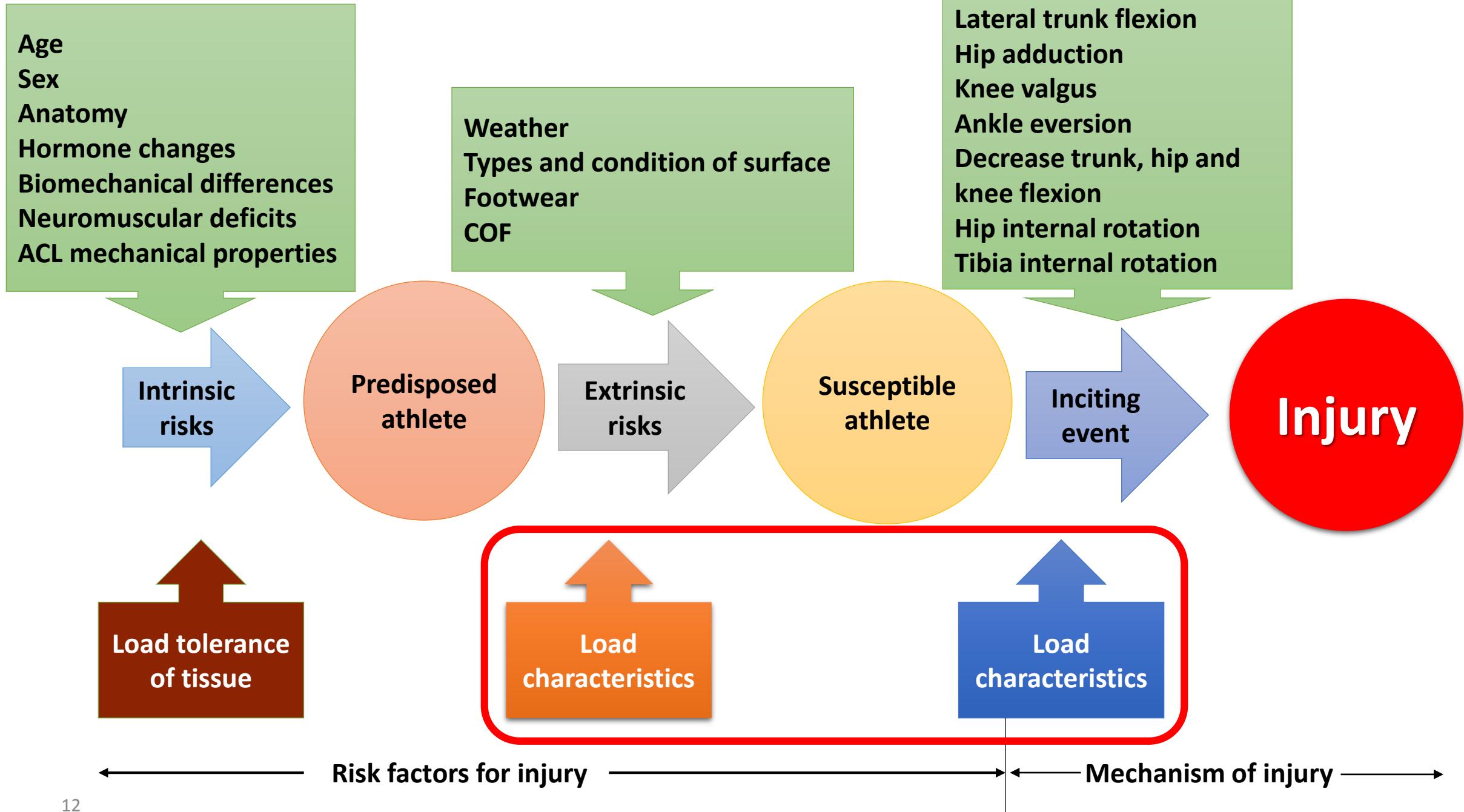
عوامل خطرزا: کینماتیک، کینتیک،
آناتومیک، هورمونی، ...

Epidemiology of Sport Injury

همه گیر شناسی آسیب های ورزشی

- همه گیرشناسی آسیب های ورزشی، مطالعه توزیع و تعیین عوامل مختلف مختلف آسیب در ورزشکاران به منظور شناسایی عوامل بروز خطر و اقدام برای پیشگیری از آن است.





عوامل خطرزای درونی



عوامل خطرزای بیرونی

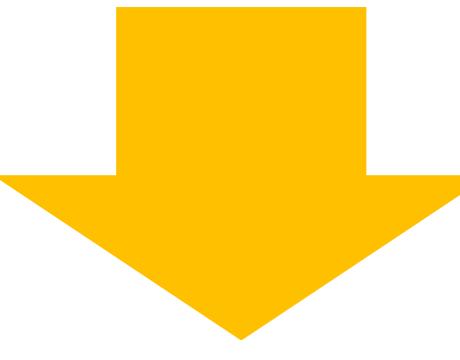


وقوع آسیب

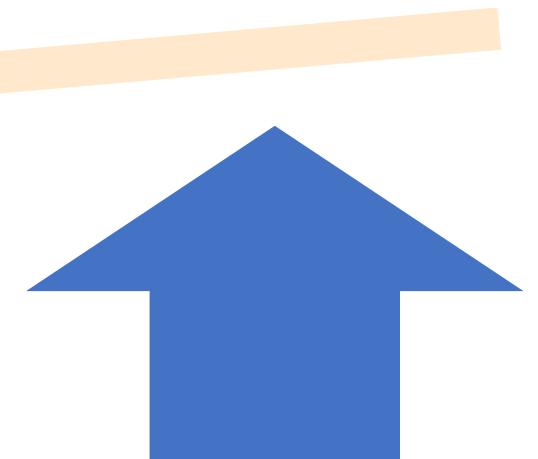
مکانیسم آسیب



بار
(Load)



بافت
(Tissue)



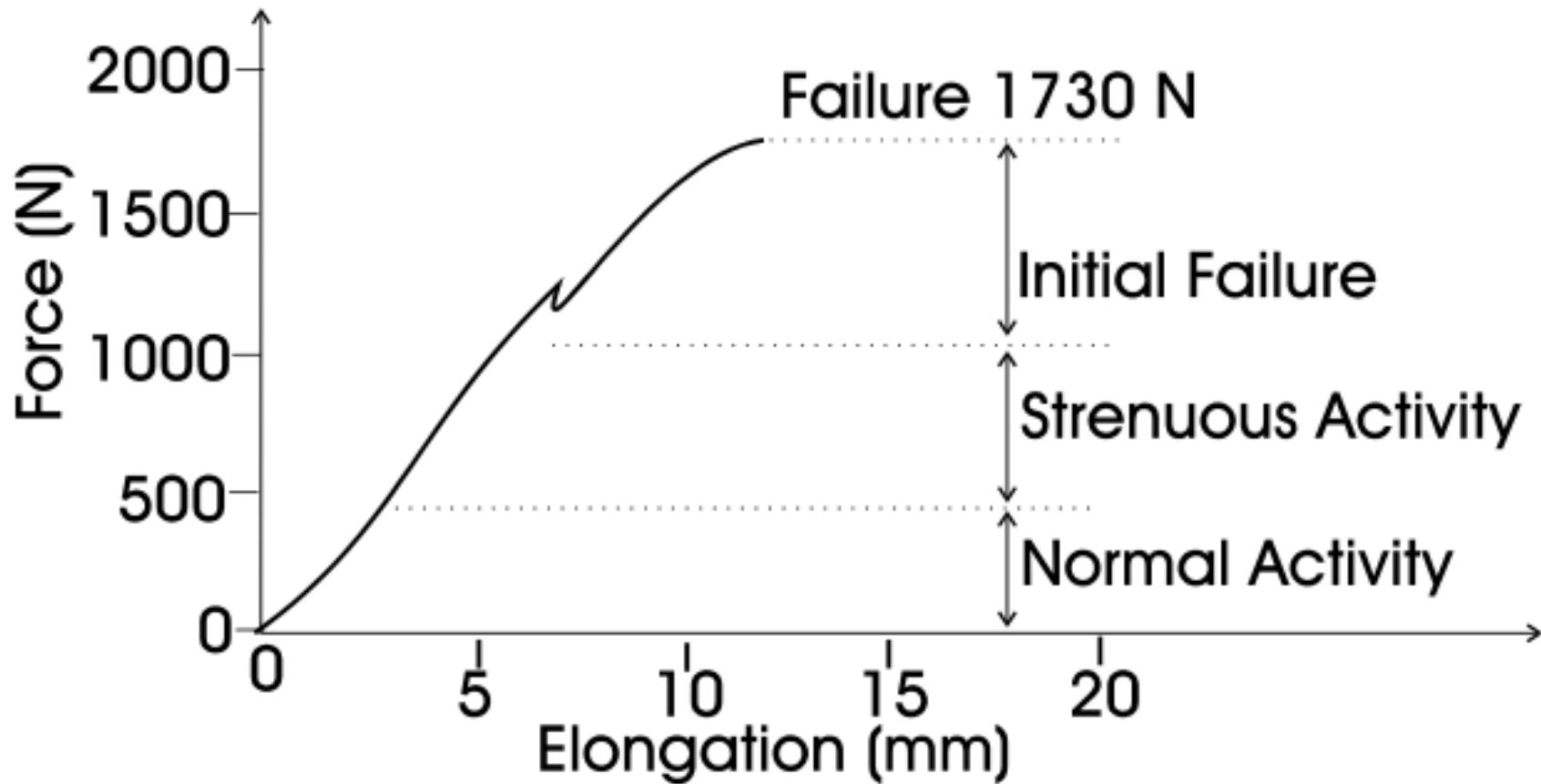


Figure 5 -A hypothetical force-elongation curve for a human ACL-bone complex is illustrated along with daily activities that correspond to specific loading levels. During routine daily activities such as walking and standing, ligaments are loaded to less than one fourth their ultimate tensile load. During strenuous activities such as fast cutting during intense running, loading levels may enter into region 3 where isolated fiber damage takes place. (Modified from Noyes, F.R., Butler, D.L., Grood, E.S., Zernicke, R.F., and Hefzy, M.S., Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee ligament repair and reconstruction. Journal of Bone and Joint Surgery, **66A(3)**, 344-352, 1984.)

The **failure load** and **stiffness** values of the ACL are $2,160 \pm 157$ N and 242 ± 28 N/mm, respectively. These values decrease with age [1,4].

Which sports?



Screening



- ✓ A movement screening task is often introduced with the aim to identify the **high risk athletes**.
- ✓ **Risk factors** can be modifiable and non-modifiable, and screening tests typically measure modifiable factors since these can be targeted for **change**

توسعه مداخلات پیشگیرانه

1

Screening as a strategy used in an athletic population to identify who will get injured.

2

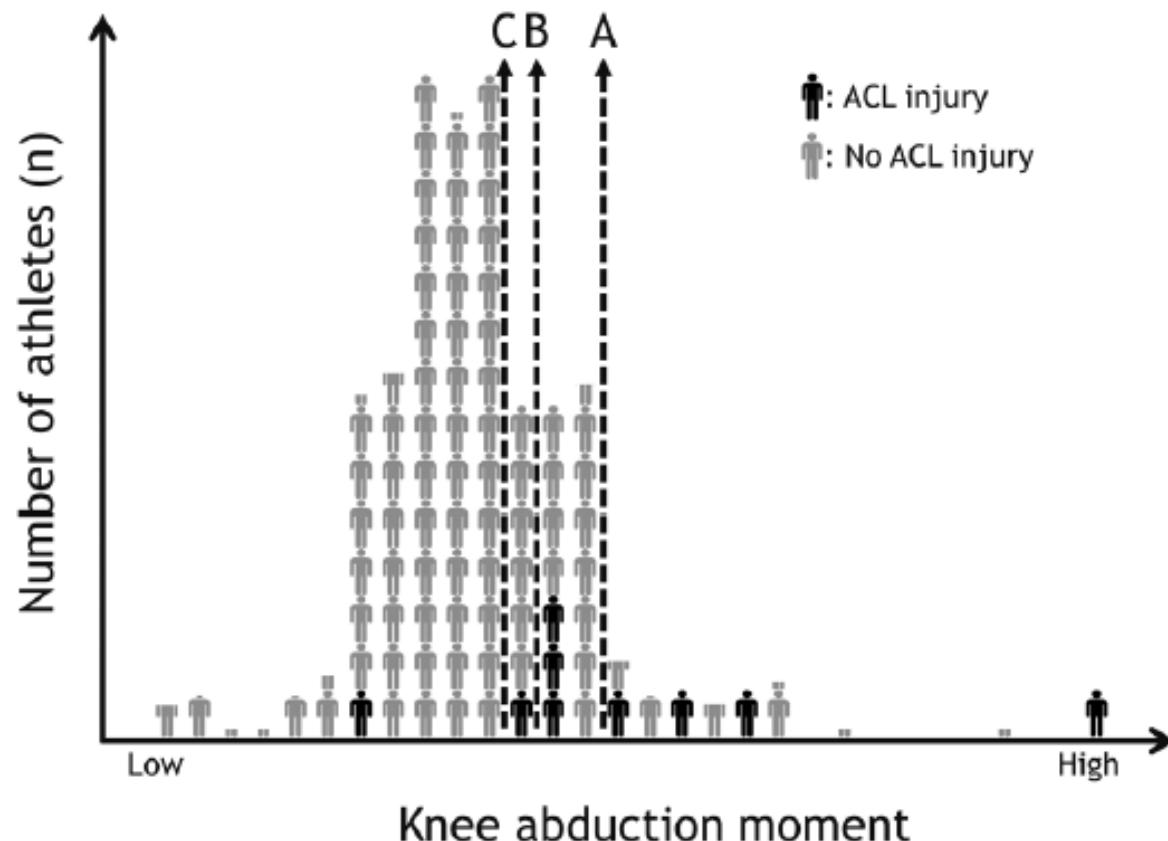
Screening as a strategy used in an athletic population to identify who is more likely to get injured.

Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will...: a critical review

Roald Bahr^{1,2} *Br J Sports Med* 2016;50:776–780. doi:10.1136/bjsports-2016-096256

¹Department of Sports Medicine, Oslo Sports Trauma Research Center, Norwegian School of Sport Sciences, Oslo, Norway

²Aspetar Orthopaedic and Sports Medicine Hospital, Doha, Qatar

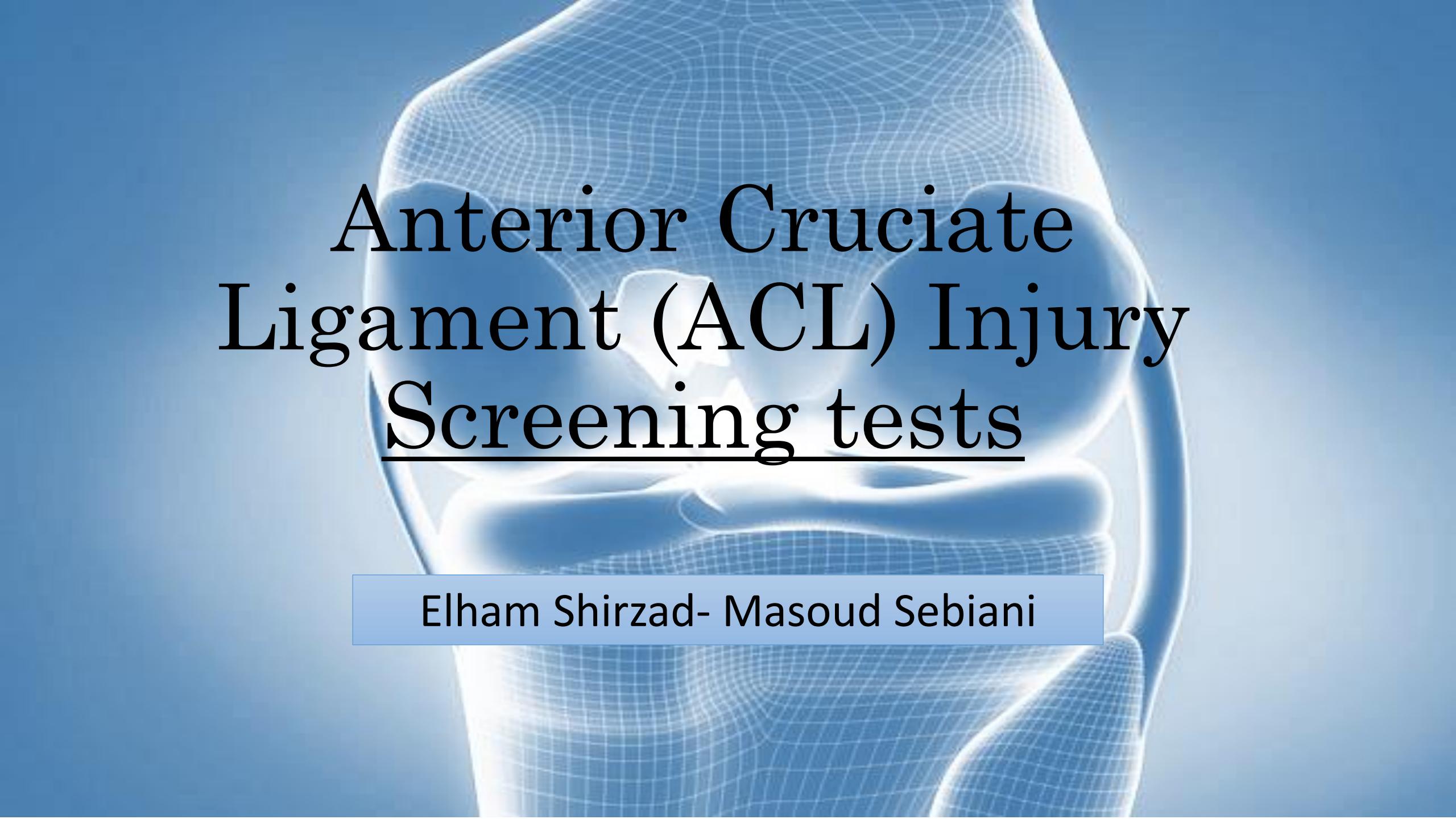


Response to: ‘Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will...: a critical review’

Timothy E Hewett

Screening has many additional positive ‘side effects’:

1. Medical/research team **engagement with athletes**;
2. Athlete **education** and team **awareness**;
3. Potential **placebo** and **hawthorne** effects;
4. Objective testing to **identify deficits**;
5. Target evidence-based **interventions**;
6. **Enhancement of athlete performance.**



Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury Screening tests

Elham Shirzad- Masoud Sebiani

Screening biomechanical test for ACL injury prevention

- ✓ Landing Error Scoring system (LESS)
- ✓ Tuck jump
- ✓ Drop Jump Test (DJT)
- ✓ NOMOGRAM
- ✓ Video Drop-Jump Screening Test
- ✓ Single-Leg Hop Functional Tests (single, triple & Crossover Hop)
- ✓ Single-Leg Squat Test
- ✓ Star Excursion Balance Test
- ✓ Overhead Squat test
- ✓ H:Q Strength ratio
- ✓ Core Strength tests

Landing & Cutting Mechanics

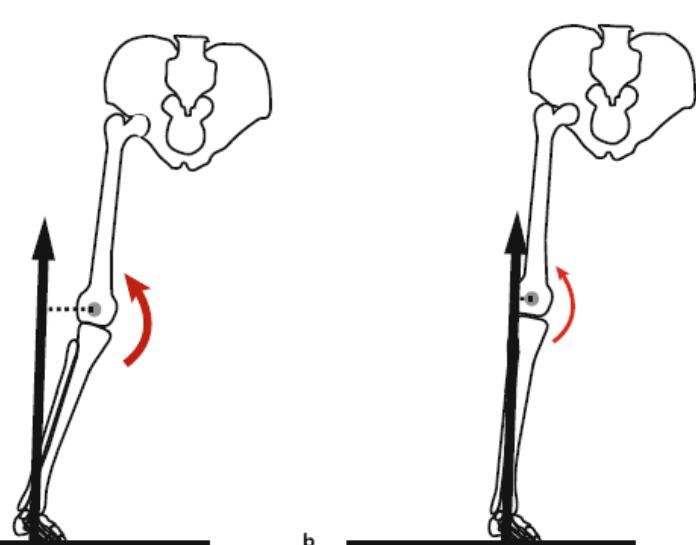
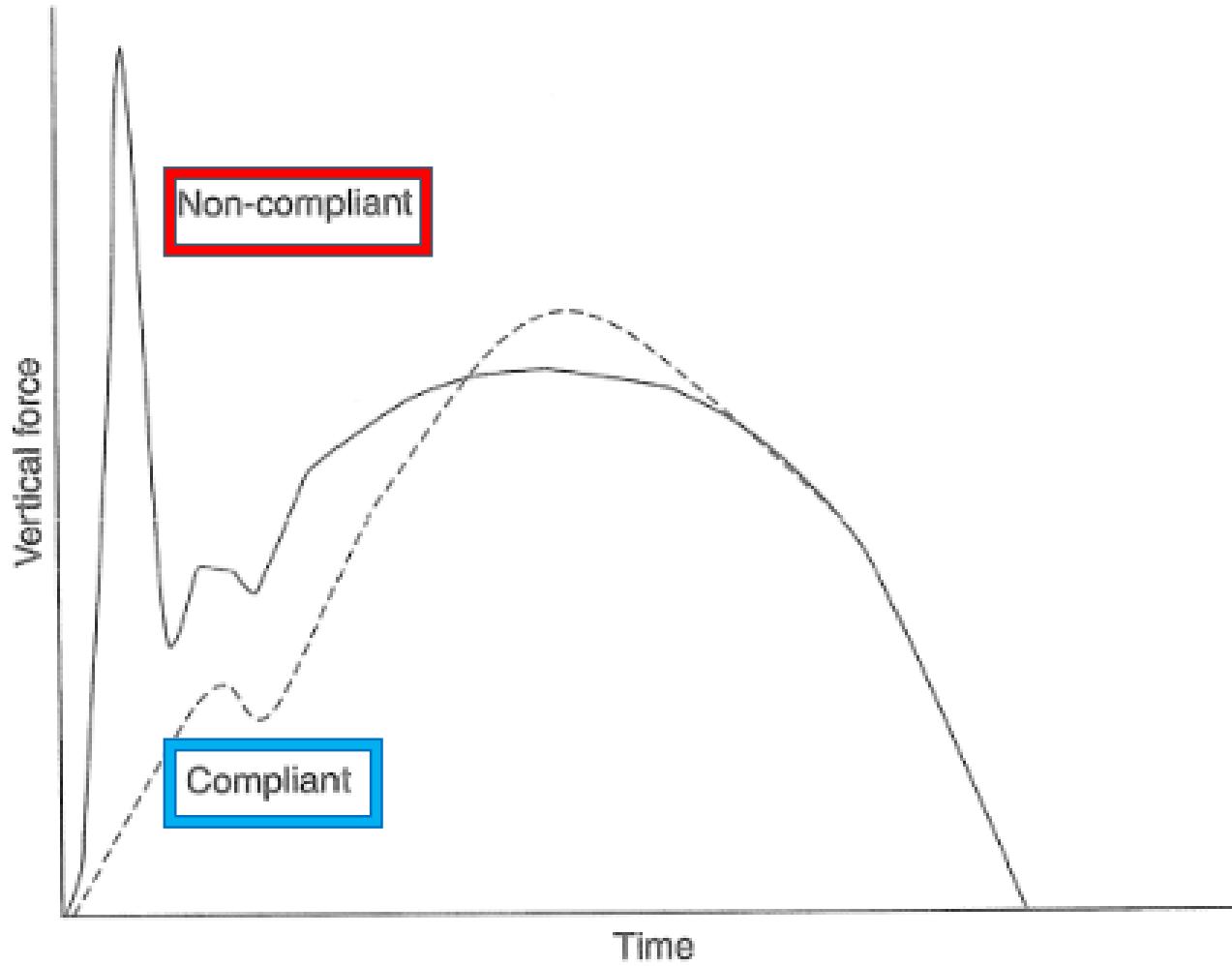


Fig. 8.3 Frontal plane view of valgus knee position

Fig. 8.4 Frontal plane view of varus knee position

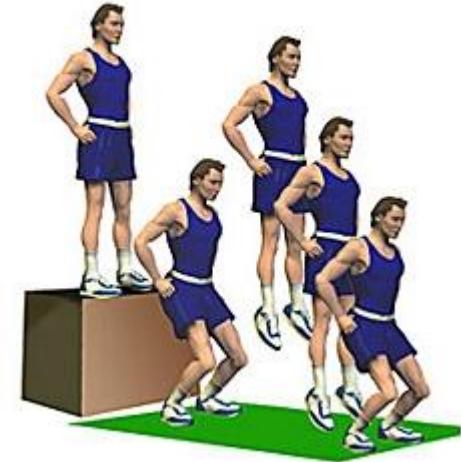
Biomechanical screening for injury prevention



(b)

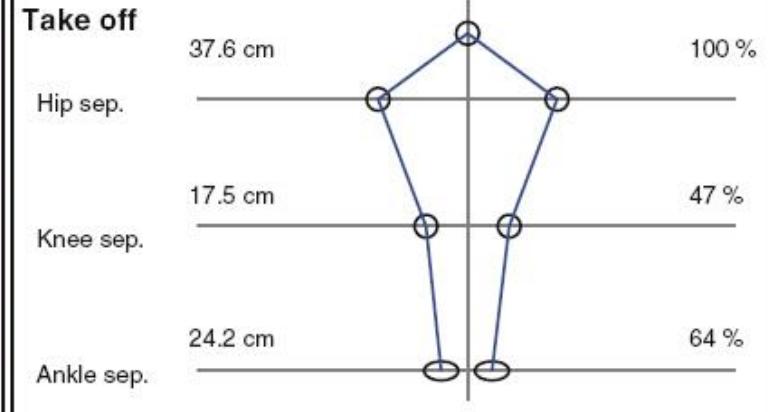
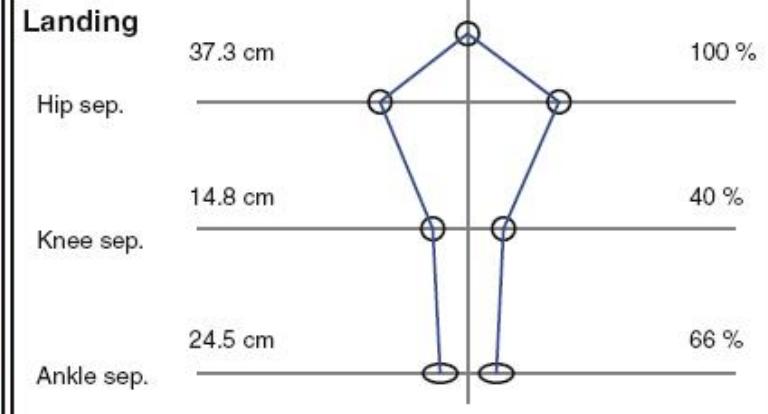
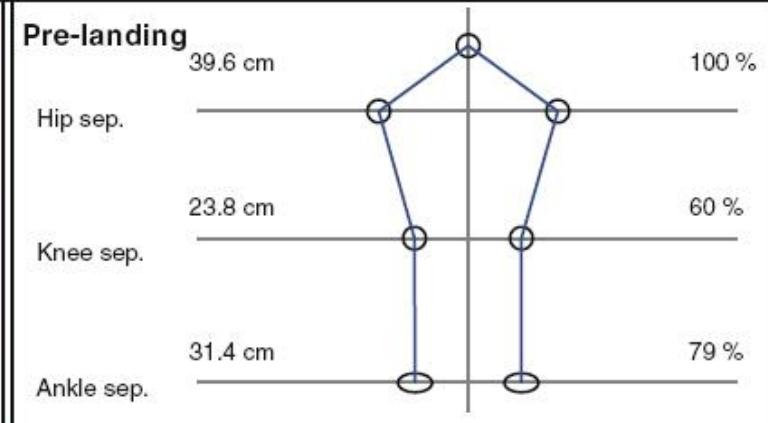
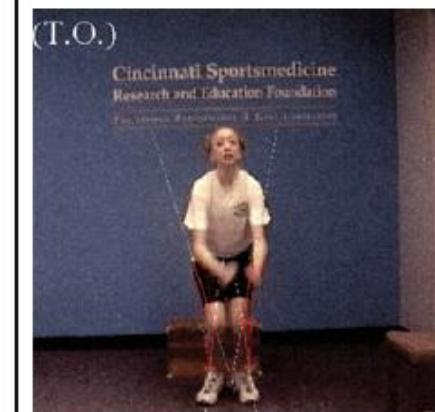
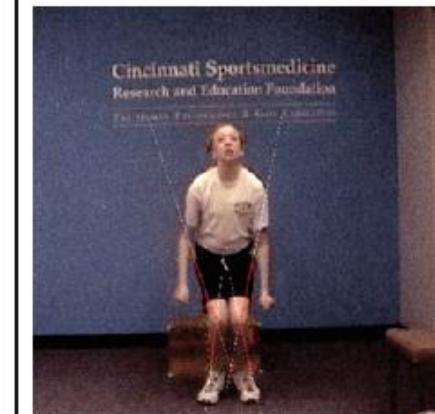
Drop Jump Test

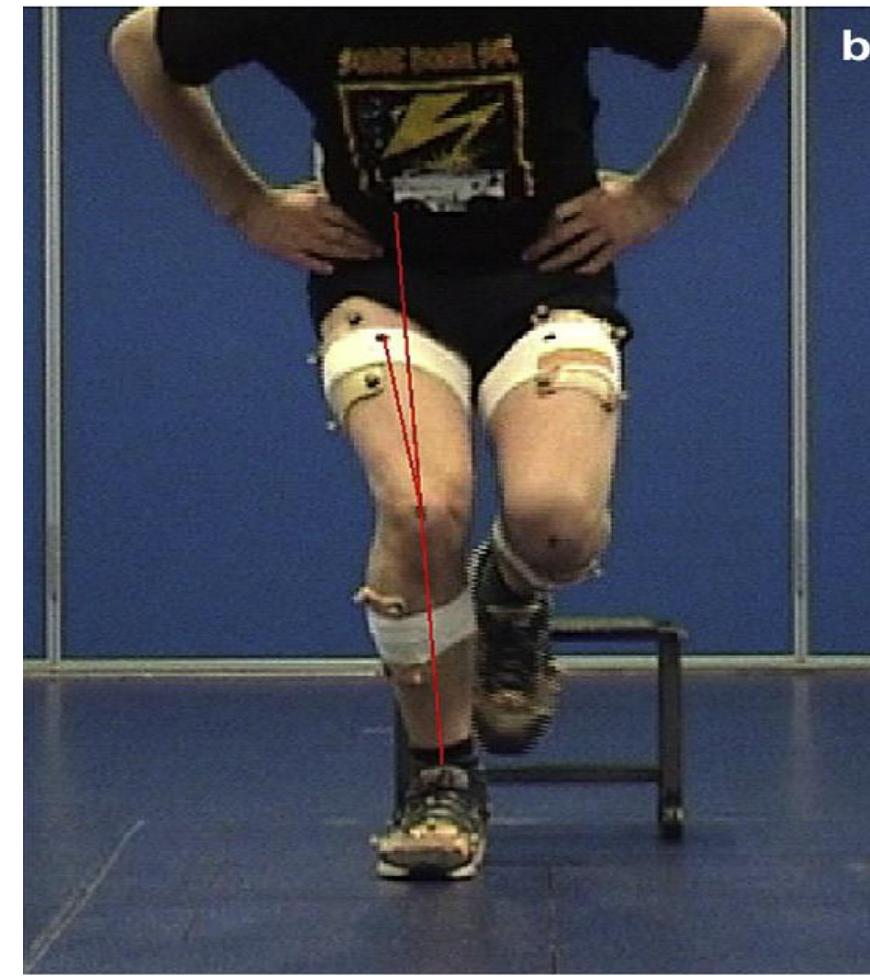
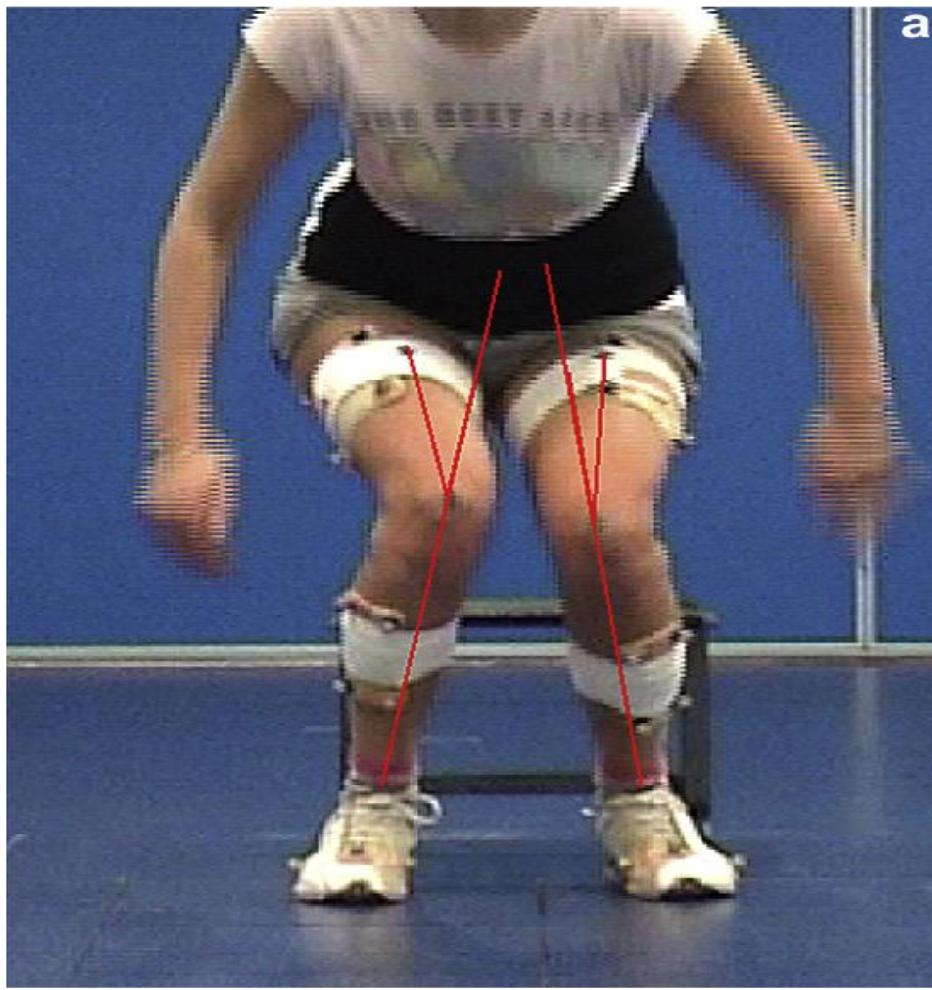
Frank R. Noyes et al 2005

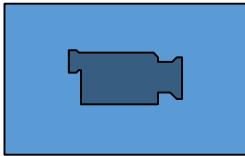
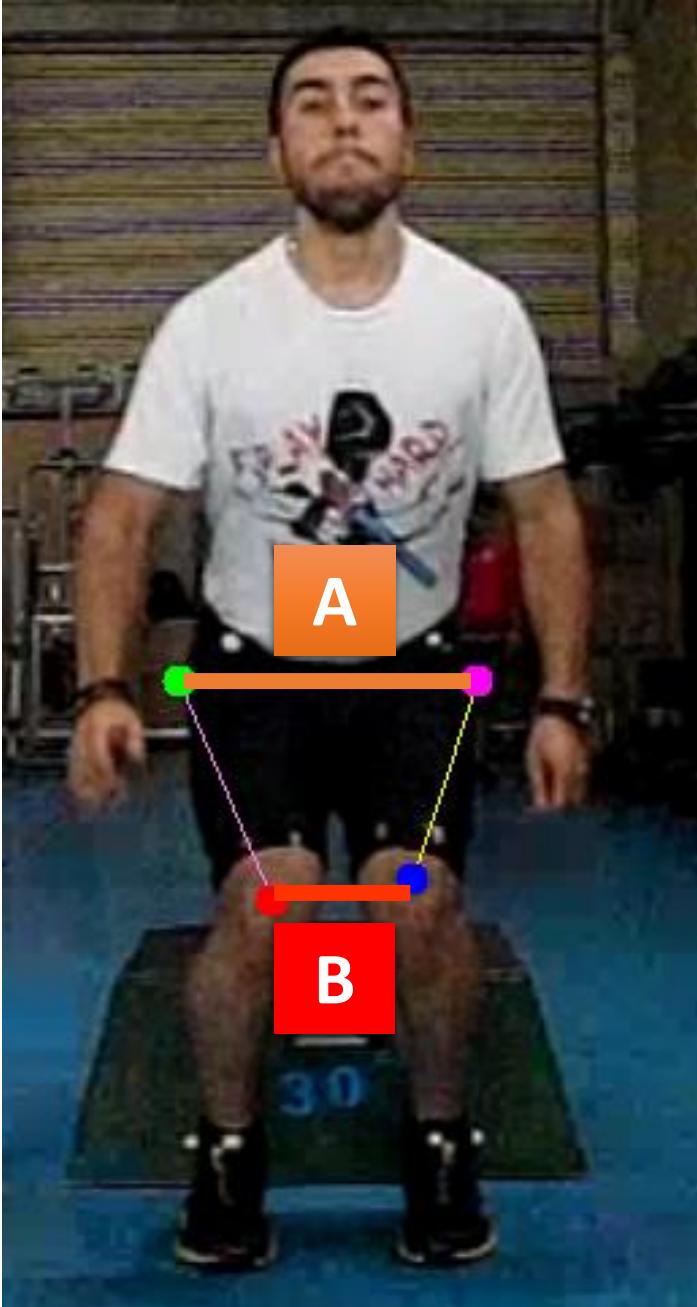


- ✓ A valgus lower limb alignment has been noted during noncontact anterior cruciate ligament injuries. A video drop jump test can indicate an athlete's ability to control lower limb axial alignment in the **coronal plane**.
- ✓ **Purpose:** The DJT is a clinical test developed to identify valgus dynamic in **landing** and **jumping**

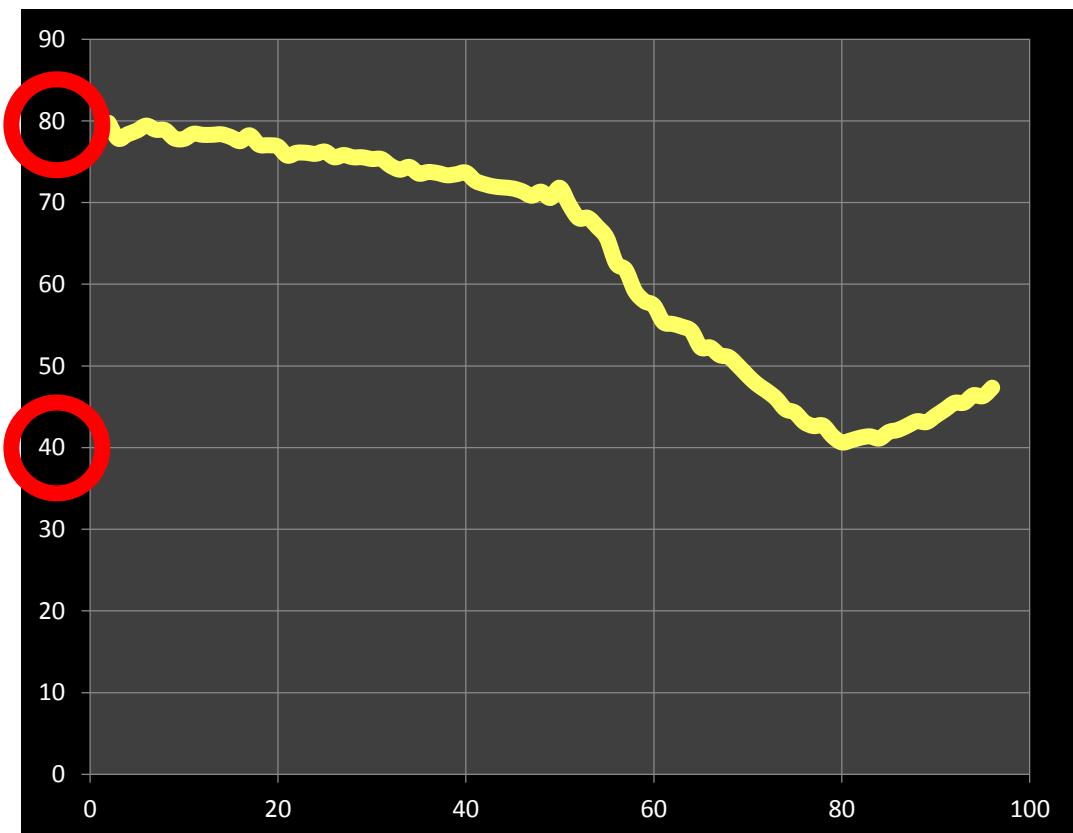
- ✓ Normalized knee separation distance was calculated as knee separation distance/hip separation distance, and normalized ankle separation distance was calculated as ankle separation distance/hip separation distance
- ✓ Less than 60% normalized knee joint separation is representative of abnormal frontal plan knee valgus alignment.

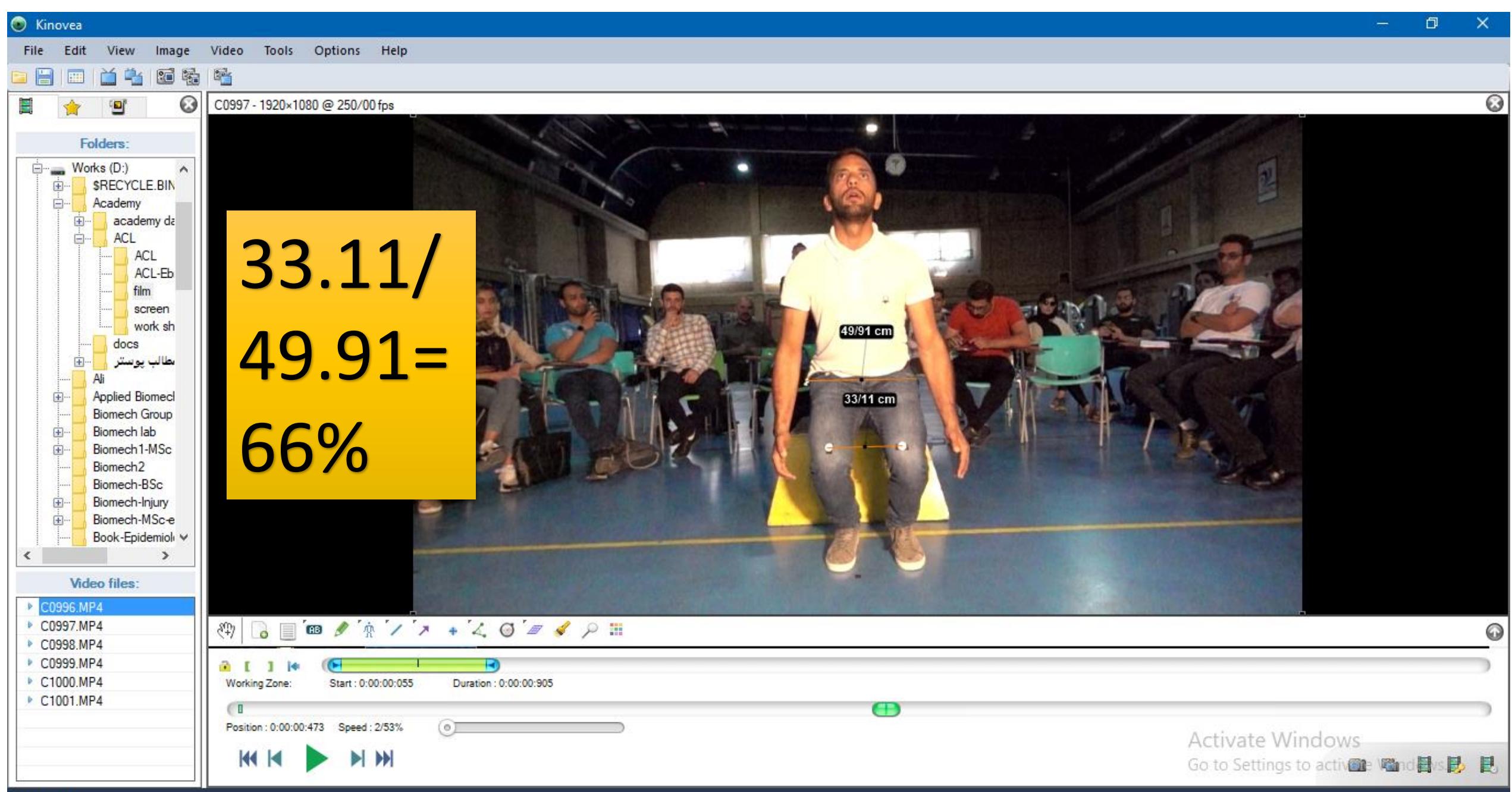






Index= $(B/A) * 100$





Kinovea

File Edit View Image Video Tools Options Help

C1000 - 1920x1080 @ 250/00 fps

Folders:

- Works (D:)
 - \$RECYCLE.BIN
 - Academy
 - academy da
 - ACL
 - ACL
 - ACL-Eb
 - film
 - screen
 - work sh
 - docs
 - طالب پوستر
 - Ali
 - Applied Biomed
 - Biomech Group
 - Biomech lab
 - Biomech 1-MSc
 - Biomech2
 - Biomech-BSc
 - Biomech-Injury
 - Biomech-MSc-e
 - Book-Epidemiol

Video files:

- alireza.mkv
- C0996.MP4**
- C0997.MP4
- C0998.MP4
- C0999.MP4
- C1000.MP4
- C1001.MP4

25.87/
50.54=
51%

50/64 cm
25/87 cm

Working Zone: Start : 0:00:00:000 Duration : 0:00:01:812

Position : 0:00:01:244 Speed : 7/6%

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows

01:27 ظ FA ١٣٩٨/٤/٢٤

Two-dimensional motion analysis of dynamic knee valgus identifies female high school athletes at risk of non-contact anterior cruciate ligament injury

Authors

Authors and affiliations

Hitoaki Numata, Junsuke Nakase , Katsuhiko Kitaoka, Yosuke Shima, Takeshi Oshima, Yasushi Takata, Kengo Shimozaki, Hiroyuki Tsuchiya

تجزیه و تحلیل حرکت دو بعدی ولگوس دینامیک زانو، ورزشکاران زن
دبیرستانی در معرض خطر آسیب غیر برخورده ACL را شناسایی می کند

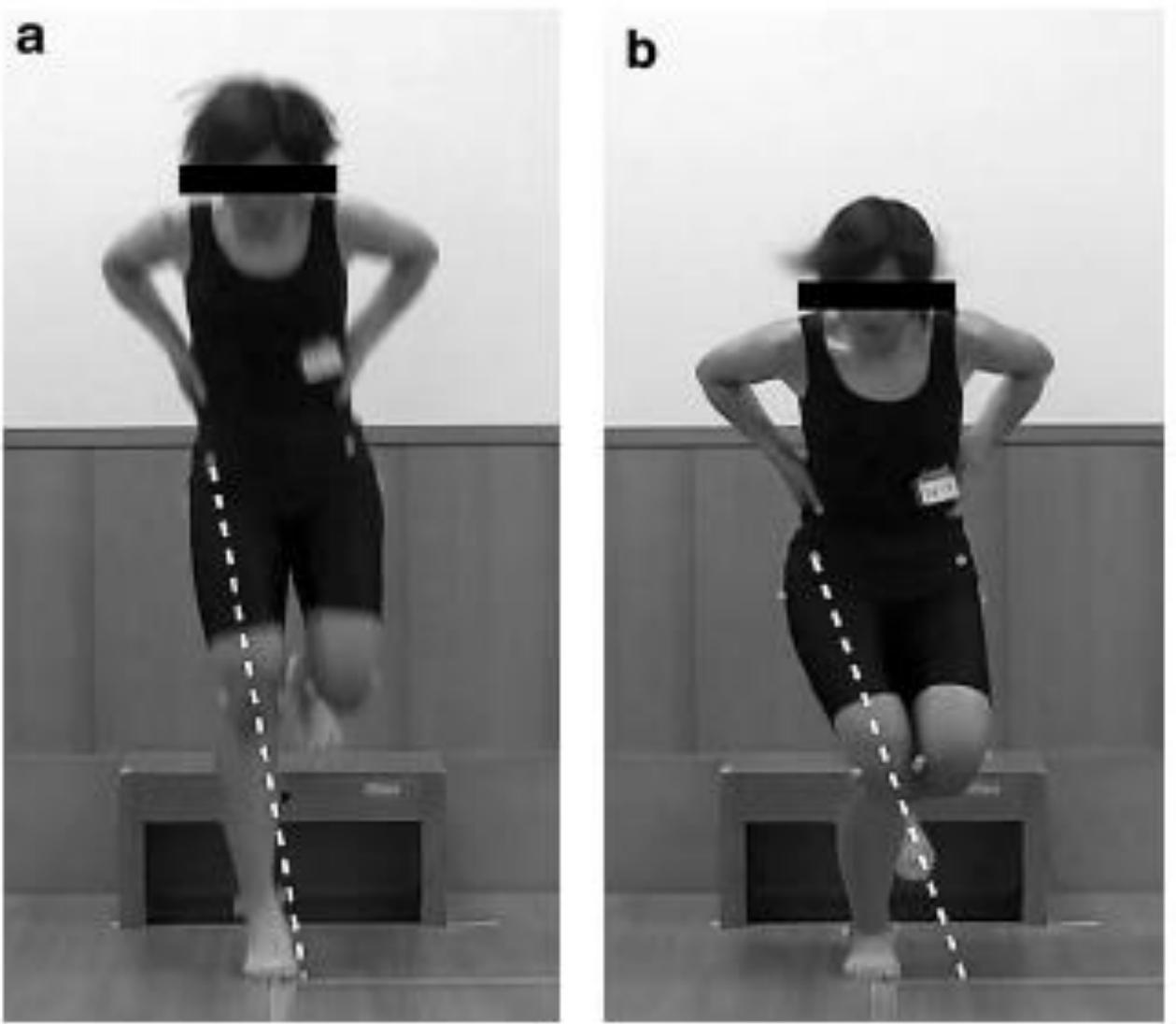


Fig. 2 Frontal 2D images, **a** at contact of the hallux with the ground and **b** at maximum knee valgus

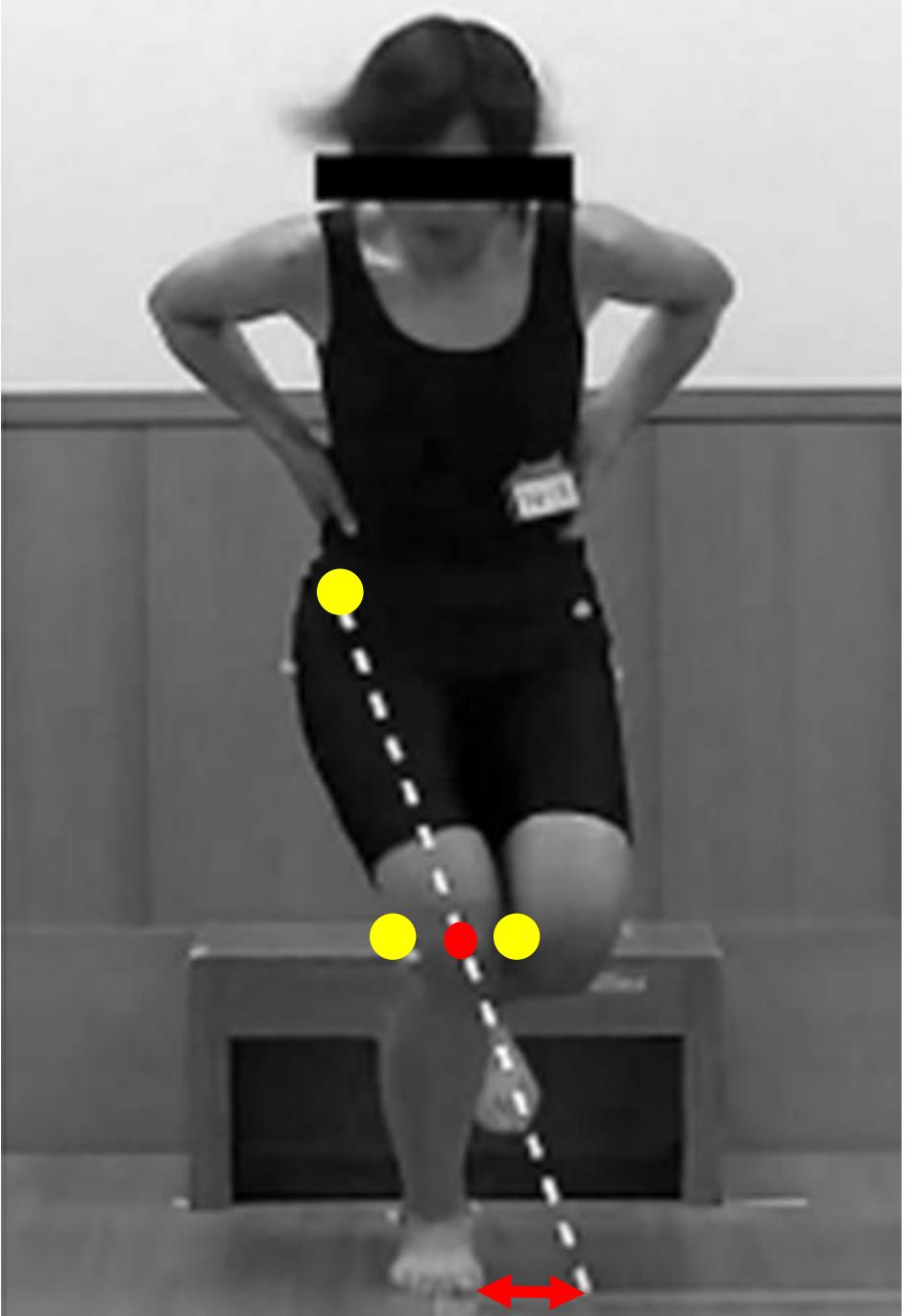
- ۲۹۱ نفر ورزشکاران زن دانشگاهی رشته هندبال و بسکتبال

- نشانگرها در بالای ASIS هر دو طرف و کندیل های داخلی خارجی ران

- یک پرش تک پا از یک جعبه ۳۰ به ارتفاع سانتیمتر، فرود در ۶ سانتی متری و سپس تا حداقل ارتفاع به صورت عمودی به بالا بپرند.

- ولگوس دینامیک زانو در طی پرش تک پا ۱) در تماس شست با زمین و ۲) ولگوس بیشینه زانو

- تمام شرکت کنندگان به مدت ۳ سال برای آسیب ACL مورد بررسی قرار گرفتند وارتباط بین نتایج تجزیه و تحلیل اولیه 2D حرکت و آسیب ACL بعد از آن ، از جمله ماهیت و مکانیزم آسیب، مورد بررسی قرار گرفت.



در طی دوره پیگیری ۳ ساله، ۲۸ ورزشکار (۹/۶٪) پارگی ACL تایید شده داشتند. در گروه آسیب دیده، ۱ نفر مبتلا به آسیب ACL از نوع برخوردی بود و **۲۷ نفر آسیب ACL غیر برخوردی داشتند**.

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل حرکت 2D در گروه ۲۷ نفره آسیب ACL غیر برخوردی با گروه کنترل شامل ۲۷ نفر که به صورت تصادفی انتخاب شده و بدون آسیب بودند مقایسه شدند.

Dynamic knee valgus distance	Injured group (n = 27)	Control group (n = 27)	P value
At contact of the hallux with the ground	2.1 ± 2.4	0.4 ± 2.2	0.006
At maximum knee valgus	8.3 ± 4.3	5.1 ± 4.1	0.007

Data are shown as mean \pm standard deviation

مهمترین یافته‌ی این مطالعه این بود که ولگوس دینامیک زانو در ورزشکاران جوان زن با آسیب ACL غیر برخوردي بعد از آن نسبت به بازیکنان بدون آسیب به طور قابل توجهی بیشتر بود.

- این مطالعه نشان می دهد که **تجزیه و تحلیل 2D حرکت** روشی عملی ، امکان پذیر و مقرن به صرفه برای تجزیه و تحلیل حرکت پویا ورزشکاران است .
- نتایج این مطالعه این موضوع را تایید می کند که **والگوس دینامیک زانو** یک عامل خطر بالقوه برای آسیب غیر برخورده ACL در ورزشکاران زن دبیرستانی است .
- درک کامل عوامل خطری که ولگوس دینامیک زانو را افزایش میدهد در طراحی مناسب تر استراتژی های آموزشی و مداخله ای برای **پیشگیری** از آسیب ورزشکاران در معرض خطر کمک کننده است .

Tuck jump test



Tuck jump

Myer et al 2008

Purpose: The TJA is a clinical test developed to identify lower extremity landing technique flaws during a plyometric activity during 10 sec



Ligament Dominance

- Lower extremity valgus at landing
- Foot placement not shoulder width apart



Quadriceps Dominance

- Excessive Landing contact noise



Leg Dominance or Residual Injury Deficits

- Thighs not equal side to side during flight
- Foot placement not parallel (front-to-back)
- Foot contact timing not equal

Trunk Dominance ("Core" Dysfunction)

- Thighs do not reach parallel (peak of jump)
- Pause between jumps
- Does not land in the same footprint

Technique Perfection

- Perfect Technique declines prior to 10 seconds

Tuck Jump Assessment	Pre	Mid	Post	Comments
Knee and Thigh Motion				
① Lower extremity valgus at landing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
② Thighs do not reach parallel (peak of jump)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
③ Thighs not equal side-to-side (during flight)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Foot Position During Landing				
④ Foot placement not shoulder width apart	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
⑤ Foot placement not parallel (front to back)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
⑥ Foot contact timing not equal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. Excessive landing contact noise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Plyometric Technique				
8. Pause between jumps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9. Technique declines prior to 10 seconds	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. Does not land in same footprint (excessive in-flight motion)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Total _____	Total _____	Total _____		



FEEDFORWARD (PRE-ACTIVATION) MECHANISMS DEFICITS

- (7) Excessive Landing contact noise
- (8) Pause between jumps

LIGAMENT DOMINANCE

- (1) Knee valgus at landing
- (4) Foot placement not shoulder width apart



LEG DOMINANCE

- (3) Thighs not equal side to side during flight
- (5) Foot placement not parallel (front to back)
- (6) Foot contact timing not equal



QUADRICEPS DOMINANCE

- (7) Excessive landing contact noise

TRUNK DOMINANCE

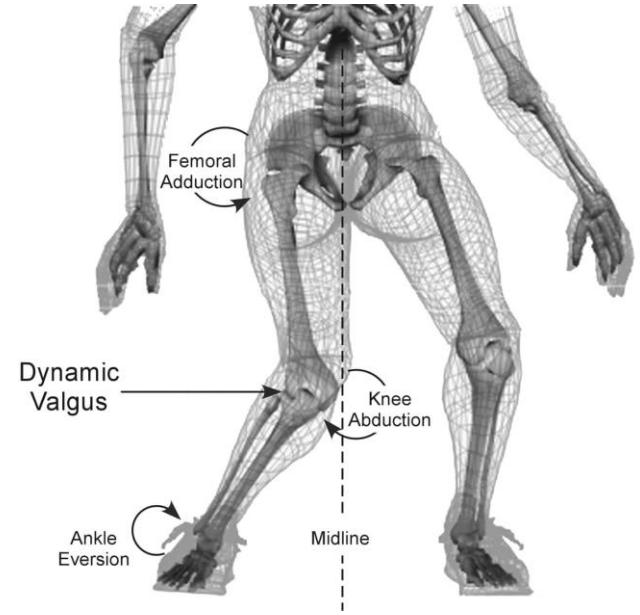
- (2) Thighs do not reach parallel (peak of jump)
- (8) Pause between jumps
- (10) Does not land in the same footprint

NEUROMUSCULAR FATIGUE

- (9) Technique declines prior 10 seconds

NOMOGRAM Test

Myer et al 2010



- ✓ Purpose: to identify Knee Abduction Moment by measures of **body mass**, **tibia length**, **quadriceps to- hamstrings ratio (QuadHam)**, **knee valgus motion** and **knee flexion range of motion (ROM)** for use of the ACL injury prediction algorithm in **drop vertical jump**.

- ✓ **Tibia length and body mass:** standard measuring tape was used to measure the distance between the lateral knee joint line and the lateral malleolus.
- ✓ **QuadHam ratio:** Isokinetic knee extension/flexion (concentric/ concentric muscle action) strength was measured on a standard isokinetic testing device for each leg at $300^{\circ}/\text{s}$. If even greater simplicity is desired, the mean value of 1.53 can be substituted into the prediction algorithm for the QuadHam ratio
- ✓ **Knee valgus motion:** The calibrated displacement measure between the two digitized knee coordinates (X_2-X_1) is representative of knee valgus motion during the DVJ.
- ✓ **Knee flexion ROM:** The sagittal plane video camcorder is used to capture knee flexion angles that are calculated from the video frame just prior to initial contact and the video frame at maximum knee flexion.

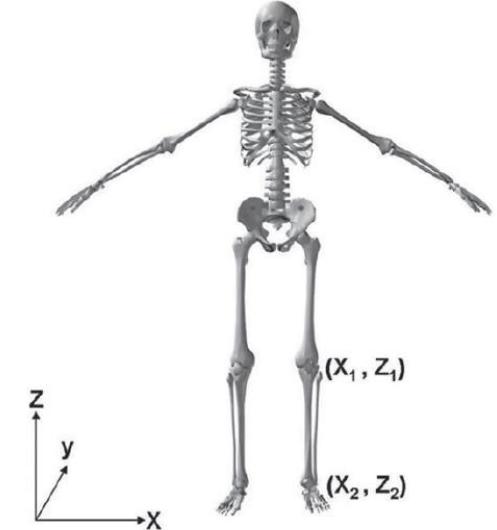
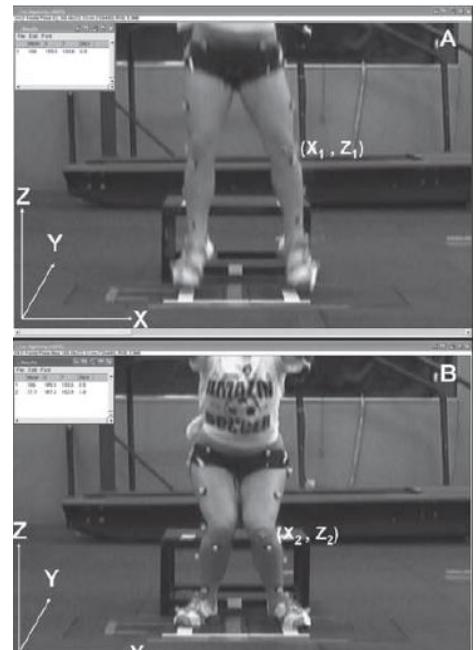
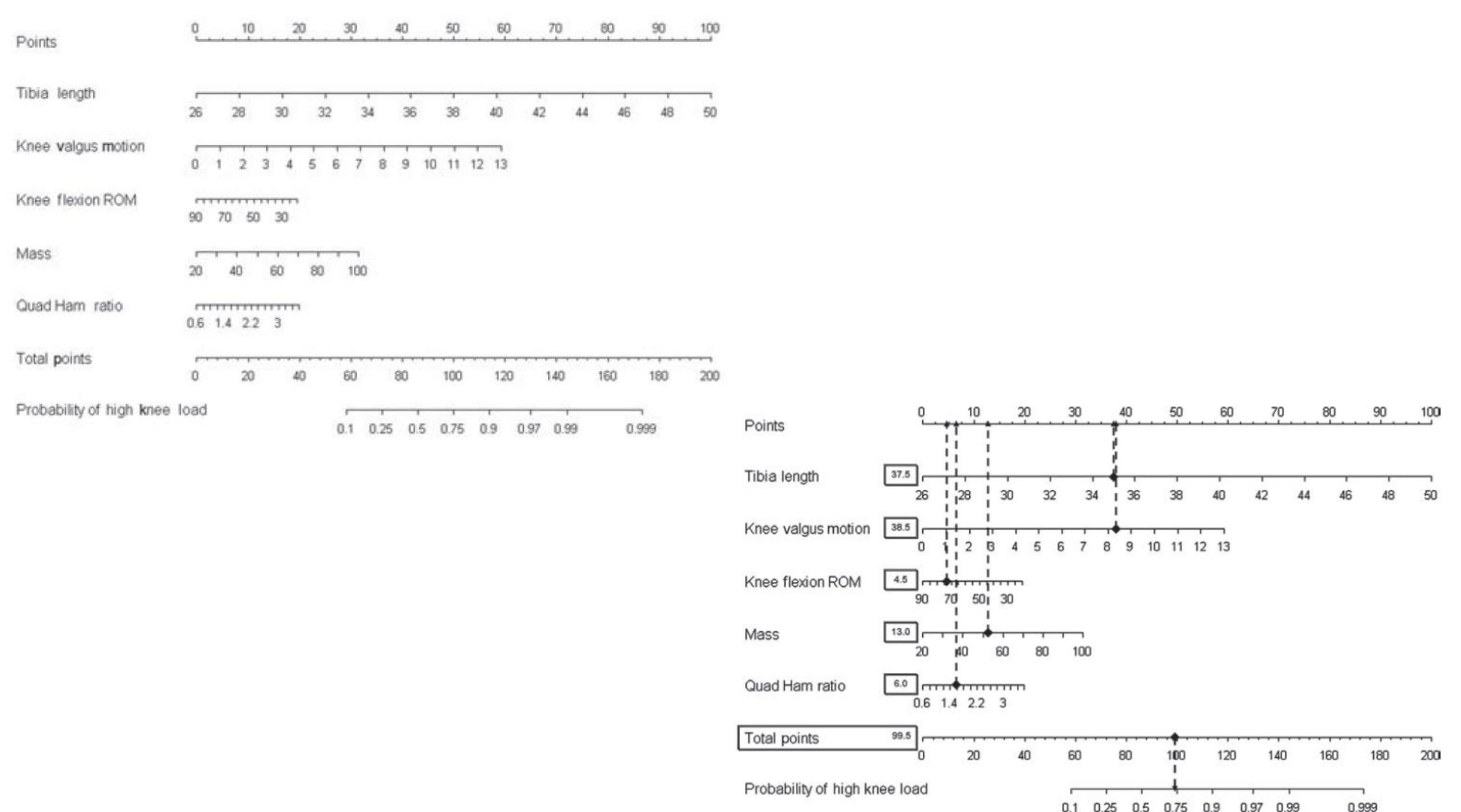


Figure 2 Tibia length is measured as the distance between knee joint centre and ankle joint centre (Z_2-Z_1).



- Novel **nomogram** for predicting the progression of osteoarthritis based on 3D-MRI bone shape: data from the FNIH OA biomarkers consortium [BMC Musculoskeletal Disorders](#) volume 22, Article number: 782 (2021)

