



**Biomeccanica
per lo Sport
di Alto Livello**

Dario Dalla Vedova

ITALIA CONI
ISTITUTO DI MEDICINA
E SCIENZA DELLO SPORT

1



**GIOCHI OLIMPICI
PARIGI 2024
26 lug - 11 ago**

PARIS 2024

206
COMITATI
OLIMPICI

32 SPORT
48 DISCIPLINE

329
GARE

18
GIORNI DI
GARA

10.500
ATLETI

CONI

2

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

2



CONI

ATTIVITA' DELL' AREA SPORT E PREPARAZIONE OLIMPICA A SUPPORTO DELLE SQUADRE NAZIONALI IN FUNZIONE DI **PARIGI 2024**

ISTITUTO DI SCIENZA DELLO SPORT
CENTRI DI PREPARAZIONE OLIMPICA

3

3



4

SUPPORTO TECNICO ALLE FSN

<p>ATLETICA LEGGERA Metodologia dell'allenamento Biomeccanica Fisiologia</p> <p>BASEBALL - SOFTBALL Metodologia dell'allenamento</p> <p>SLALOM - VELOCITA' Fisiologia Metodologia dell'allenamento Biomeccanica</p> <p>PENTATHLON MODERNO Biomeccanica Metodologia dell'allenamento</p> <p>GINNASTICA ARTISTICA Biomeccanica Metodologia dell'allenamento</p> <p>CURLING: - Biomeccanica - Fisiologia - Metodologia dell'allenamento</p> <p>HOCKEY SU GHIACCIO: - Fisiologia</p> <p>SHORT TRACK: - Fisiologia - Biomeccanica</p> <p>SPEED SKATING: - Biomeccanica - Fisiologia</p> <p>PATTINAGGIO ARTISTICO : - Metodologia dell'allenamento - Biomeccanica</p>	<p>BADMINTON Fisiologia Biomeccanica</p> <p>SQUASH Biomeccanica Metodologia dell'allenamento Fisiologia</p> <p>TIRO A VOLO Biomeccanica Metodologia dell'allenamento</p> <p>BREAKING Biomeccanica Metodologia dell'allenamento</p> <p>SURFING Biomeccanica Metodologia dell'allenamento</p> <p>BMX Freestyle - PISTA-STRADA Biomeccanica Metodologia dell'allenamento</p> <p>SNOWBOARD: - Biomeccanica</p> <p>BOB : - Biomeccanica - Metodologia dell'allenamento</p> <p>SKELETON : - Biomeccanica - Metodologia dell'allenamento</p>	<p>BEACH VOLLEY: - Biomeccanica - Fisiologia - Metodologia dell'allenamento</p> <p>CALCIO : M Nazionale A - F Nazionale A - Under 16 -17 -19 -Metodologia dell'allenamento -Fisiologia -Biomeccanica</p> <p>FUTSAL -Metodologia dell'allenamento</p> <p>HANDBALL Metodologia dell'allenamento Biomeccanica Fisiologia</p> <p>CANOTTAGGIO Biomeccanica Metodologia dell'allenamento</p> <p>JUDO - LOTTA -KARATE Biomeccanica Fisiologia</p> <p>SKATEBOARDING - Biomeccanica - Metodologia dell'allenamento</p> <p>CORSA - Metodologia dell'allenamento</p> <p>TIRO CON L'ARCO Biomeccanica Strumentazione palestra</p>	<p>TIRO A SEGNO Biomeccanica Metodologia dell'allenamento</p> <p>ARRAMPICATA SPORTIVA Metodologia dell'allenamento Biomeccanica</p> <p>TAEKWONDO Biomeccanica Fisiologia Strumentazione palestra</p> <p>VELA Fisiologia Metodologia dell'allenamento Progetto Attività giovanile</p> <p>SCHERMA Biomeccanica Fisiologia Metodologia dell'allenamento</p> <p>HOCKEY SU PRATO Biomeccanica Fisiologia</p> <p>APNEA Metodologia dell'allenamento</p>
---	--	--	--

5
ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

5

CORRIERE DELLA SERA
Dir. Resp.: Luciano Fontana 08-AGO-2021
da pag. 44 /

Le rivelazioni di Mornati

Sette anni di studio dei minimi dettagli È questo il segreto del successo italiano

TOKYO I centri di preparazione olimpica di Roma, Formia e Tirrenia, l'Istituto di scienze dello sport e l'Istituto di medicina: in concreto strutture, letti, mense, palestre, tecnologie e anche ingegneri, tecnici, medici a disposizione di atleti e federazioni.

«Dietro ogni medaglia c'è una particella di Coni: penso allo studio del foil del Nacra con l'Istituto di scienza, allo scudo di Jacobs, alla cinematica in 3D per la staffetta, per Tamberi, per Cesarini e Rodini nel canottaggio, alle strumentazioni per Dell'Aquila, al lavoro del ciclismo con la galleria del vento dell'Iveco di Orbassano».

LA STAMPA
Dir. Resp.: Massimo Gianni 08-AGO-2021
da pag. 29 /

Tecnologia, centri specializzati e organizzazione: premiato il lavoro del Coni

Il segreto degli azzurri

Galleria del vento Fca A Orbassano, dove si collaudano le auto, il lavoro sull'aerodinamica degli atleti

A beneficiare di questo modello sono state molte delle medaglie azzurre a questi Giochi. Dal Nacra 17 nella vela alla marcia, fino alle medaglie di Jacobs nella velocità. Successi costruiti anche con il contributo delle tecnologie come lo scudo aerodinamico e la cinematica 3D, il cui uso è stato adottato anche per le staffette e nel salto in alto con Tamberi. La tecnologia ha dato i suoi frutti nel canottaggio e nel ciclismo dove gran parte del lavoro sull'aerodinamica è stato fatto a Orbassano nella galleria del vento della Fca.

Un altro passo decisivo è stato quello di portare i Centri di preparazione ai Giochi sotto il controllo dell'Istituto di Scienza dello sport del Coni. «È stata un'idea del presidente Malagò

6
ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

6

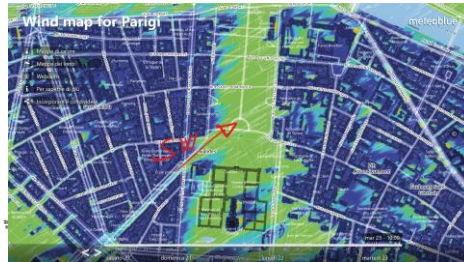
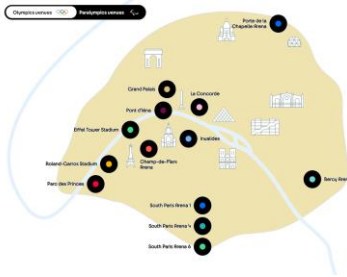
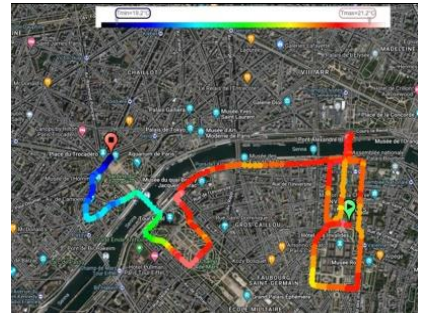


Parigi 2024

Analisi Bio-Climatica

In collaborazione con l'Università Politecnica di Torino è stata realizzata l'analisi bio-climatica di dettaglio di tutti i siti di gara outdoor dei Giochi di Parigi 2024 e del Villaggio Olimpico.

Durante lo svolgimento dei Giochi il modello è stato usato per fornire previsioni a breve termine e di dettaglio dedicate per i singoli.



7

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

7

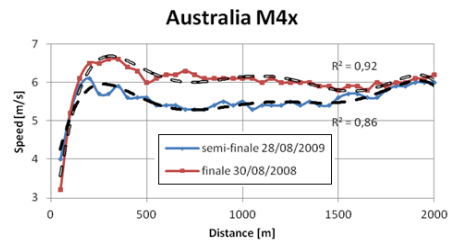
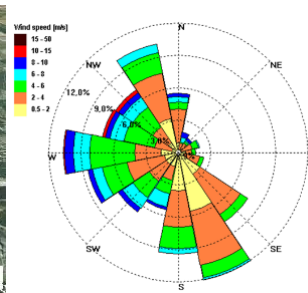
Physics of Sport, 3-6 April 2012, Ecole Polytechnique Paris

Wind-wave interactions in enclosed basins: the impact on the sport of rowing

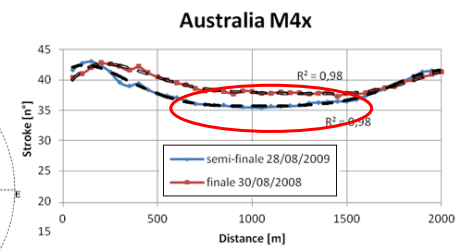
Alessandro Pezzoli^{1,2}, Antonio Baldacci³, Alda Cama³, Andrea Boscolo², Dario Dalla Vedova⁴, Maurizio Besi⁴, Giuseppe Vercelli², Marco Dalessandro⁵, Elena Cistofori^{1,2}

¹DIATI - Politecnico di Torino, Torino, Italy
²Sport Psychology Unit - Motor Science Research Center - School of Motor and Sport Sciences - University of Turin, Torino, Italy
³Italian Rowing Federation, Roma, Italy
⁴Sport Science Dep. - Institute of Sport Medicine and Science, CONI - Italian National Olympic Committee, Roma, Italy
⁵School of Motor and Sport Sciences - University of Turin, Torino, Italy

Paris, 3 April 2012



Semifinale: 2° class., 5' 57" 69
 Finale: 2° class., 5' 39" 66



8

Esempio meteo e canottaggio

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELBO SPORT

8

La Bio - Meccanica applicata allo sport di alto livello



9

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

9



Quale Biomeccanica?



10

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

10

J Appl Physiol 107: 903-911, 2009.
First published June 18, 2009; doi:10.1152/jappphysiol.00174.2009

The fastest runner on artificial legs: different limbs, similar function?

Peter G. Weyand,^{1,2} Matthew W. Bundle,³ Craig P. McGowan,⁴ Alena Grabowski,⁵ Mary Beth Brown,⁶ Rodger Kram,⁷ and Hugh M. Herr⁸

¹Locomotor Performance Laboratory, Department of Applied Physiology and Wellness, Southern Methodist University, Dallas, Texas; ²Locomotion Laboratory, Kinesthetics Department, Rice University, Houston, Texas; ³Biomechanics Laboratory, College of Health Sciences, University of Wyoming, Laramie, Wyoming; ⁴Department of Mechanical Engineering, University of Texas at Austin, Austin, Texas; ⁵Biomechanics Group, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts; ⁶School of Applied Physiology, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia; ⁷Department of Integrative Physiology, University of Colorado at Boulder, Boulder, Colorado

J Appl Physiol 108: 1016-1018, 2010.
doi:10.1152/jappphysiol.00174.2009

Point:Counterpoint Artificial limbs do/do not make artificially fast running speeds possible

POINT: ARTIFICIAL LIMBS DO MAKE ARTIFICIALLY FAST RUNNING SPEEDS POSSIBLE

Overview: Three mechanical variables constrain the speed of human runners: *f*), how quickly the limbs can be repositioned for successive steps; *L*), the forward distance the body must travel to clear the ground; and *F*), the maximum force the body can apply to the ground in relation to the body's weight. Artificially increasing one or more of these variables beyond the limits imposed by human biology would artificially enhance running speed.

Mechanics of running: The classical literature on terrestrial locomotion established that foot striking is mechanically analogous to a ball bouncing forward along the ground (3, 4). Like

J Appl Physiol 108: 1016-1018, 2010.
doi:10.1152/jappphysiol.00174.2009

Rebuttal from Weyand and Bundle
American Physiological Society
J Appl Physiol 108:1014, 2010. doi:10.1152/jappphysiol.01238.2009b

J Appl Physiol 108: 1016-1018, 2010.
doi:10.1152/jappphysiol.00174.2009

Rebuttal from Kram, Grabowski, McGowan, Brown, McDevitt, Beale, and Herr
American Physiological Society
J Appl Physiol 108:1014-1015, 2010. doi:10.1152/jappphysiol.01238.2009c

J Appl Physiol 108: 1016-1018, 2010.
doi:10.1152/jappphysiol.00174.2009

Point:Counterpoint Comments

Comments on Point:Counterpoint: Artificial limbs do/do not make artificially fast running speeds possible

J Appl Physiol 108: 1019, 2010.
doi:10.1152/jappphysiol.00149.2010

Letter To The Editor

Last Word on Point:Counterpoint: Artificial limbs do make artificially fast running speeds possible

Peter G. Weyand¹ and Matthew W. Bundle²
Southern Methodist University, Locomotor Performance Laboratory, Department of Applied Physiology and Wellness, Dallas, Texas; ²University of Wyoming, Biomechanics Laboratory, College of Health Sciences, Laramie, Wyoming

J Appl Physiol 108: 1016-1018, 2010.
doi:10.1152/jappphysiol.00174.2009

Letter To The Editor

Last Word on Point:Counterpoint: Artificial limbs do/do not make artificially fast running speeds possible

Rodger Kram,¹ Alena M. Grabowski,² Craig P. McGowan,³ Mary Beth Brown,⁴ William J. McDevitt,⁵ Matthew T. Beale,⁶ and Hugh M. Herr⁷
¹Integrative Physiology Department, Locomotion Laboratory, University of Colorado, Boulder, Colorado; ²Biomechanics Group, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts; ³Neurovascular Biomechanics Laboratory, University of Texas, Austin, Texas; ⁴School of Applied Physiology, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia; and ⁵Biomechanics Laboratory, The Orthopedic Specialty Hospital, Morris, Utah

J Appl Physiol 108: 1016-1018, 2010.
doi:10.1152/jappphysiol.00174.2009

Letter To The Editor

Last Word on Point:Counterpoint: Artificial limbs do/do not make artificially fast running speeds possible

Rodger Kram,¹ Alena M. Grabowski,² Craig P. McGowan,³ Mary Beth Brown,⁴ William J. McDevitt,⁵ Matthew T. Beale,⁶ and Hugh M. Herr⁷
¹Integrative Physiology Department, Locomotion Laboratory, University of Colorado, Boulder, Colorado; ²Biomechanics Group, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts; ³Neurovascular Biomechanics Laboratory, University of Texas, Austin, Texas; ⁴School of Applied Physiology, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia; and ⁵Biomechanics Laboratory, The Orthopedic Specialty Hospital, Morris, Utah

11

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

BIOMECCANICA. POSSIBILI APPLICAZIONI

Prevenzione degli infortuni: valutazione di eventuali asimmetrie e blocchi funzionali, fattori fisici e posturali limitanti, studio e modifica dei regolamenti di gara.

Riabilitazione e recupero: effetti delle terapie, post operatorio.

Monitoraggio, valutazione, programmazione ed ottimizzazione dell'allenamento: valutazione e correzione gesto, ricerca fattori limitanti la prestazione, ricerca punti di ottimo all'interno delle variazioni intra-individuali; monitoraggio evoluzione soggetto, valutazioni delle metodologie d'allenamento, apprendimento motorio.

Caratterizzazione e design di attrezzi, materiali, ambienti: soluzioni innovative, caratterizzazione, personalizzazione e regolazione delle attrezzature da gara (bici, sci, scarponi, bob, aste, racchette, barche di canottaggio e canoa, barche a vela, pattini, archi...)

12

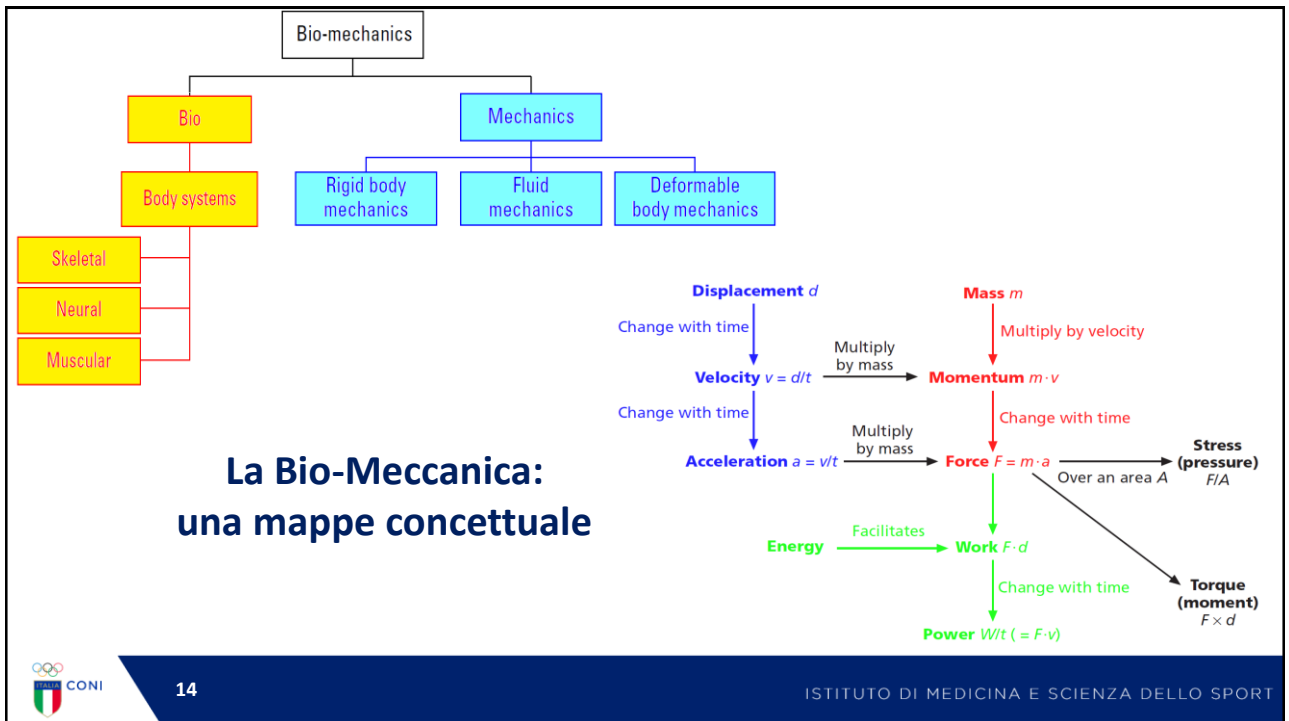
ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

I modelli di prestazione



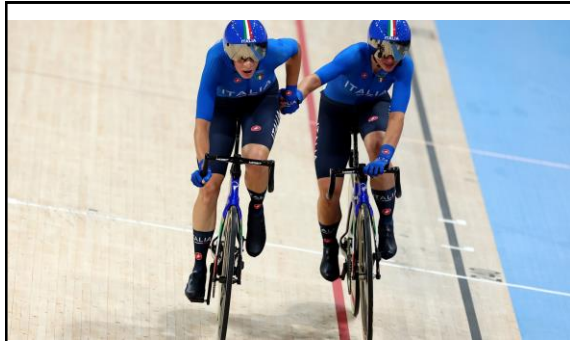
13

13



14

14



Esempio di modellazione: le resistenze nel ciclismo

$$P_{TOT} = \{V_a^2 V_G \frac{1}{2}\rho(C_D A + F_w) + V_G C_{RR} m_T g \cos[\tan^{-1}(G_R)] + V_G(91 + 8.7V_G) \times 10^{-3} + V_G m_T g \sin[\tan^{-1}(G_R)] + \frac{1}{2}(m_T + I/r^2)(v_f^2 - v_i^2)/(t_i - t_f)\}/E_c$$

- V_a = air velocity
- V_G = ground velocity of the bicycle
- ρ = air density
- C_D = coefficient of drag of the bicycle and rider
- A = frontal area of bicycle and rider
- F_w = equivalent to drag area ($C_D A$) of the spokes
- C_{RR} = coefficient of rolling resistance
- m_T = total mass of bicycle and rider
- g = acceleration of gravity
- G_R = gradient of road surface
- $V_G(91 + 8.7V_G) \times 10^{-3}$ = wheel bearing friction
- I = combined moment of inertia of 2 wheels
- r = radius of the bicycle wheel
- E_c = efficiency of the chain drive system

JOURNAL OF APPLIED BIOMECHANICS, 1998, 14, 276-291
© 1998 by Human Kinetics Publishers, Inc.

Validation of a Mathematical Model for Road Cycling Power

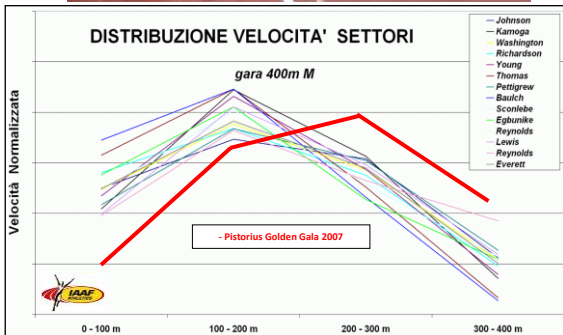
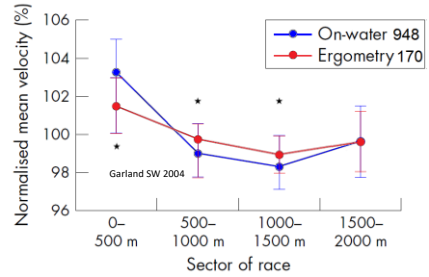
James C. Martin, Douglas L. Milliken, John E. Cobb, Kevin L. McFadden, and Andrew R. Coggan



15

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

15

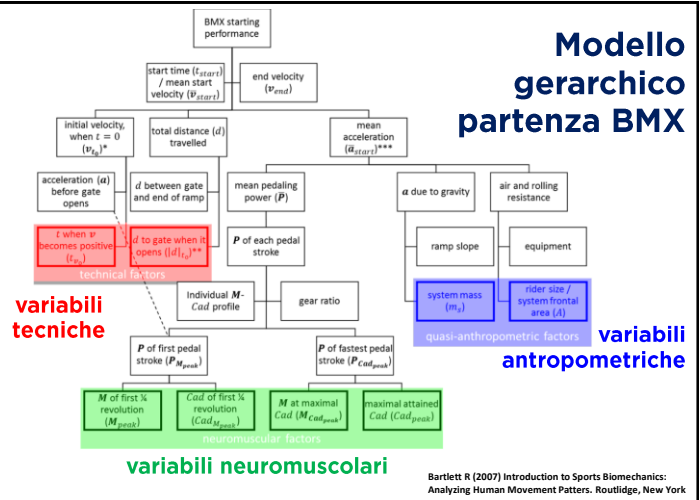


16

Atleta – Attrezzo – Profili prestazione

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

16



34th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports, Auckland, New Zealand, September 10-14, 2018

ELITE BMX CYCLISTS USE INDIVIDUAL STRATEGIES FOR A SUCCESSFUL START

Ina Janssen, Annelies Oude Alink and Finn Frielink
Sports Science and Innovation, Sportcentrum Papendal, Arnhem, Netherlands

Velocità angolari:
Ginocchio: 100° - 300°/sec
Anca: 100° - 200°/sec

Bartlett R (2007) Introduction to Sports Biomechanics: Analyzing Human Movement Patterns. Routledge, New York

17

Road to Paris 2024

Saint-Quentin-en-Yvelines BMX Stadium
Paris 2024

Race Analysis
Analyse de la course

Cycling BMX Racing
Circuit international
Mans

Rank	Name	Time	Start	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th
1	DAVIDE COZZI	00:01:41.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000
2	DAVIDE COZZI	00:01:41.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000	00:00:00.000

OMEGA AteS



BMX

18

l'Atleta



19

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

19

Cinematica: spazio e tempo, traiettorie, velocità, accelerazioni

Dinamica: masse, forze, momenti, pressioni

EMG: attività elettrica muscolare.



20

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

20

La BIO - Meccanica

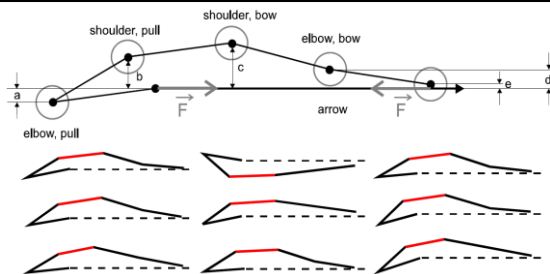


21

21

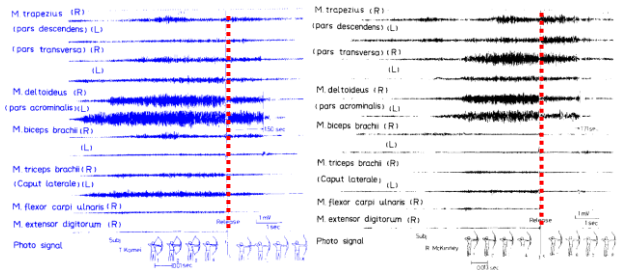
ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

21



Edelmann-Nusser J, Gollhofer A: *Coordinative aspects of archery. An approach using surface-electromyography* ISBS 1998

La tecnica esecutiva del gesto



ATLETI TOP GIAPPONE

ATLETI TOP USA

H. Nishizono, H. Shibayama, T. Izuta, K. Saito *Analysis of Archery Shooting Techniques by Means of Electromyography* ISBS 1987



22

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

22

Analisi integrata del Tiro con l'Arco Olimpico



Valutazione degli effetti dell'affaticamento sulle prestazioni di un Atleta di livello mondiale.



23

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

23



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Procedia IUTAM 2 (2011) 212-232

Procedia IUTAM

www.elsevier.com/locate/procedia

2011 Symposium on Human Body Dynamics

OpenSim: a musculoskeletal modeling and simulation framework for *in silico* investigations and exchange

Ajay Seth^{a,*}, Michael Sherman^a, Jeffrey A. Reinbolt^b, Scott L. Delp^{b,c}

^aBioengineering and Mechanical Engineering, Stanford University, Stanford, CA, USA
^bMechanical, Aerospace, & Biomedical Engineering, The University of Tennessee, Knoxville, TN, USA

Simulation of Biomechanical Experiments in OpenSim

I. Symeonidis, G. Kavadarli, E. Schuller, and S. Peldschus
 Institution of Legal Medicine, Munich University, Germany

P.D. Bamidis and N. Pallikarakis (Eds.). MEDICON 2010, IFMBE Proceedings 29, pp. 107-110, 2010. www.springerlink.com

	V1	V2	V3	Age	Distance
V1	1.00	0.72	0.56	0.32	0.81
V2	0.72	1.00	0.96	0.26	0.82
V3	0.56	0.96	1.00	0.07	0.27
Age	0.32	0.26	0.07	1.00	0.41
Distance	0.81	0.82	0.27	0.41	1.00

Figure 1. Calculated correlation values between jumping distance and variables.

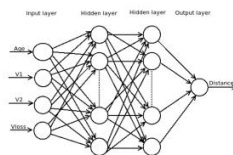
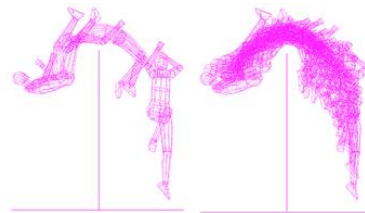


Figure 2. Graphical representation of the ANN architecture developed for the research.



24

Simulazioni

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

24

LO SCUDO AERODINAMICO



1987



2021

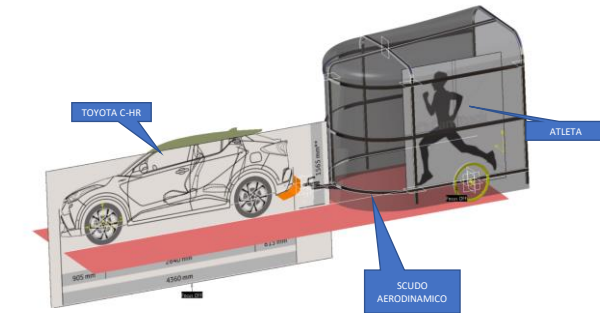


27

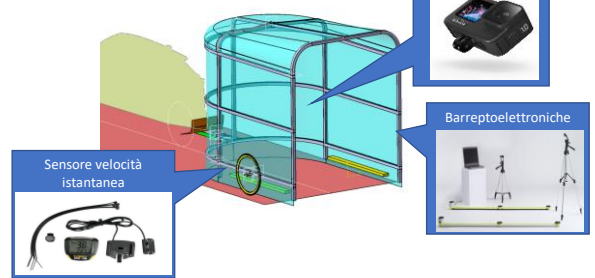
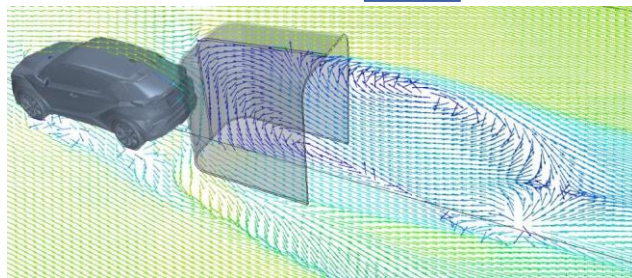
ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

27

STRUMENTAZIONE INSTALLATA A BORDO



Telecamere



Sensore velocità istantanea

Barreptoelettroniche



28

ISTITUTO DI MEDICINA E SCIENZA DELLO SPORT

28

STRUMENTAZIONE INSTALLATA A BORDO

Allenamento e Valutazione. Tutti gli strumenti installati sono facilmente utilizzabili sul campo e pensati per dare risposte immediate a Tecnici ed Atleti.



I video sono visibili ai seguenti indirizzi:

<https://tv.italiateam.sport/channel/scienza-dello-sport/>

<https://tv.italiateam.sport/channel/battiti-olimpici/>

