

**Zeitschrift:** Gioventù e sport : rivista d'educazione sportiva della Scuola federale di ginnastica e sport Macolin

**Herausgeber:** Scuola federale di ginnastica e sport Macolin

**Band:** 32 (1975)

**Heft:** 4

**Rubrik:** Ricerca, Allenamento, Gara : complemento didattico della rivista della SFGS per lo sport di competizione

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Le scosse in corsa e in marcia Misurazioni su differenti tipi di suolo e calzature

E. Unold (Laboratorio di biomeccanica del Politecnico federale di Zurigo)

### 1. Introduzione

Vengono registrati sempre più spesso, negli ultimi tempi, danni alla colonna vertebrale e altre ferite all'apparato locomotore dello sportivo (strappo al tendine d'Achille, ecc.).

Ci si può quindi porre la domanda a sapere se l'uomo sovraccarica il suo corpo durante i quotidiani movimenti o l'attività sportiva, oppure se altri influssi esterni hanno una certa qual relazione con il fenomeno. Questi carichi sul corpo umano sono difficilmente misurabili in modo diretto.

Una misura in questo senso sono le accelerazioni (scosse) in diverse parti del corpo che si manifestano in occasione di singoli movimenti.

In questo articolo vengono esaminati unicamente gli scossoni in marcia e in corsa su differenti tipi di suolo e con differenti tipi di calzature.

### 2. Procedimento

Sulle persone esaminate sono stati applicati 3 accelerometri:

- al tallone, sopra la scarpa
- sull'anca, nella regione dell'osso iliaco
- alla testa.

I rilievi di questi accelerometri avvenivano nel senso longitudinale del corpo.

I segnali venivano trasmessi in telemetria cosicchè le persone esaminate, durante la corsa o la marcia, non erano ostacolate da cavi.

La tabella 1 mostra il programma dell'esperimento e i simboli delle singole prove. Per quanto concerne le scarpe, esse erano normali scarpe da passeggio con suola di gomma. Per il rivestimento della palestra si trattava di una specie di fondo elastico mentre che quello sintetico era in Zenitan.

Poichè non sarebbe stato assennato esaminare tutte le calzature su ogni tipo di suolo, ci si è attenuti al programma dell'esperimento.

Tipo di suolo	Palestra	Sintetico	Terra battuta	Prato	Asfalto
Calzature:					
— piedi nudi	1 A	2 A	3 A	4 A	5 A
— scarpette di ginnastica	1 B				
— scarpette d'allenamento	1 C	2 C	3 C	4 C	5 C
— scarpette da tennis	1 D	2 D	3 D	4 D	5 D
— scarpe				4 E	5 E
— scarpette chiodate		2 F	3 F	4 F	

Tab. 1: Programma dell'esperimento

L'intero programma è stato eseguito con marcia (G), corsa con rullata dal tallone ( $L_f$ ) e corsa con rullata dalla punta ( $L_s$ ). La frequenza dei passi è stata imposta da un metro-nomo come segue:

- marcia 108 passi al minuto
- corsa 152 passi al minuto

Hanno partecipato all'esperimento 3 candidati e 2 candidate maestri(e) di sport. Erano di taglia e peso differente.

Tutti gli esaminati hanno dovuto eseguire ogni prova: in totale, dunque, 63 diverse prove per persona. In ogni prova dovevano essere eseguiti 12 passi doppi su una dirittura.

Tutte le accelerazioni sono state misurate in g (accelerazione di gravità) e registrate su un apparecchio UV.

Di questi 12 passi doppi sono stati presi in considerazione le ampiezze maggiori di accelerazione verso l'alto al tallone, all'anca e alla testa durante i 10 passi doppi centrali e da questi valori è stata ricavata la misura media. Questi valori vengono designati come segue:

acc. tallone =  $b_F$     acc. anca =  $b_H$     acc. testa =  $b_K$

Da questi valori medi sono state ricavate le accelerazioni medie di tutte le persone esaminate e utilizzate per le singole prove. Questi valori sono stati designati come segue:

acc. tallone =  $b_F$     acc. anca =  $b_H$     acc. testa =  $b_K$

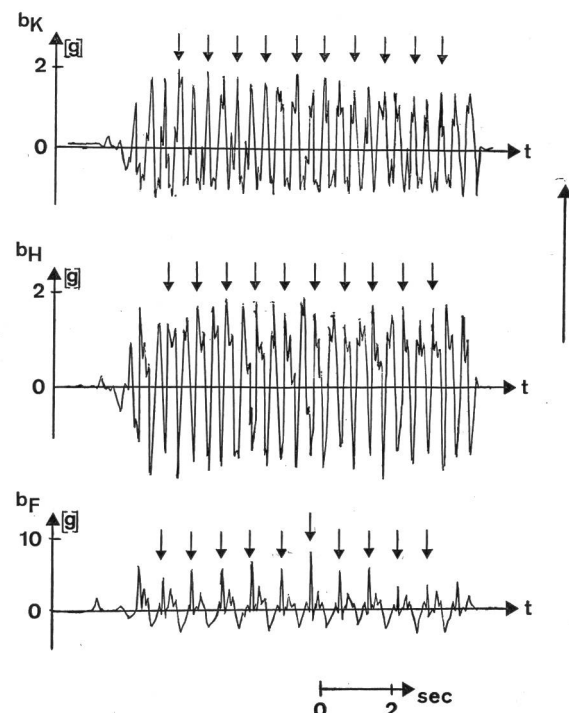
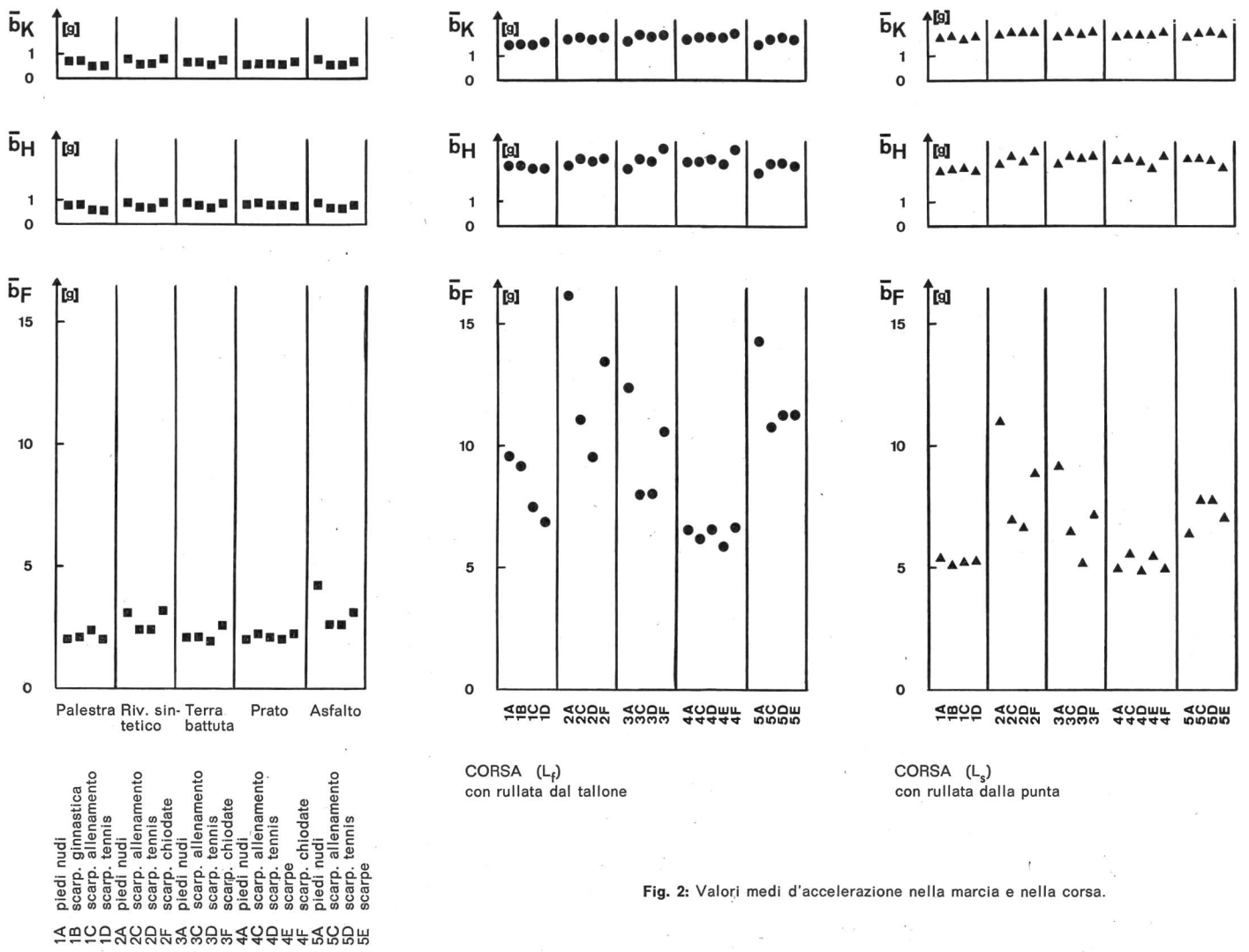


Fig. 1: Diagramma con rullata dal tallone ( $L_f$ ) con scarpe su prato



- 1A piedi nudi
- 1B scarp. ginnastica
- 1C scarp. allenamento
- 1D scarp. tennis
- 2A piedi nudi
- 2B scarp. allenamento
- 2C scarp. tennis
- 2D scarp. chiodate
- 3A piedi nudi
- 3B scarp. allenamento
- 3C scarp. tennis
- 3D scarp. chiodate
- 4A piedi nudi
- 4B scarp. allenamento
- 4C scarp. tennis
- 4D scarp. chiodate
- 4E scarpe
- 4F scarpe chiodate
- 5A piedi nudi
- 5B scarp. allenamento
- 5C scarp. tennis
- 5D scarpe
- 5E scarpe

MARCIA

Nella tabella 2 sono raccolte le possibili fonti d'errore. L'errore maggiore risulta dall'impossibilità di applicare in modo fisso l'accelerometro. L'esattezza della misurazione può quindi essere solo stimata, ma sono possibili paragoni tra i singoli risultati.

Errore dell'apparecchio	1%
Errore per fissaggio precario dell'accelerometro	20%
Errore nella misurazione dell'ampiezza	3%

Tab. 2: Fonti d'errore

3. Risultati e discussione

La fig. 1 mostra un diagramma dell'esperimento. Le ampiezze di accelerazione segnate risultano dall'impatto al suolo del piede destro. Si tratta di una protrazione del movimento verso il basso.

Fig. 2: Valori medi d'accelerazione nella marcia e nella corsa.

L'effetto di un passo a sinistra è, alla testa, identico all'effetto di un passo a destra dato che l'accelerometro è stato collocato al vertice del capo. L'accelerometro sull'anca si trovava a lato di modo che il passo a sinistra non aveva la stessa ripercussione.

3.1. Attenuazione nel tronco - attenuazione nelle gambe

Dalla fig. 2 è visibile che i valori d'accelerazione alla testa e all'anca si differenziano poco nei singoli casi. I valori registrati al piede, per contro, sono molto differenti. Risultano chiaramente nella fig. 3. La maggior parte dello scossone, quindi, viene attutito nelle gambe e non nel tronco. L'attenuazione nelle gambe è 5-10 volte maggiore dell'attenuazione nel tronco. Questo non sorprende poiché sono le articolazioni del piede, ginocchio e anca ad assorbire la maggior parte della spinta, mentre il tronco non dispone di nessuna articolazione capace di svolgere questo compito. Nella marcia e nella corsa sono dunque i tendini, i legamenti e i muscoli delle estremità inferiori ad essere maggiormente gravati.

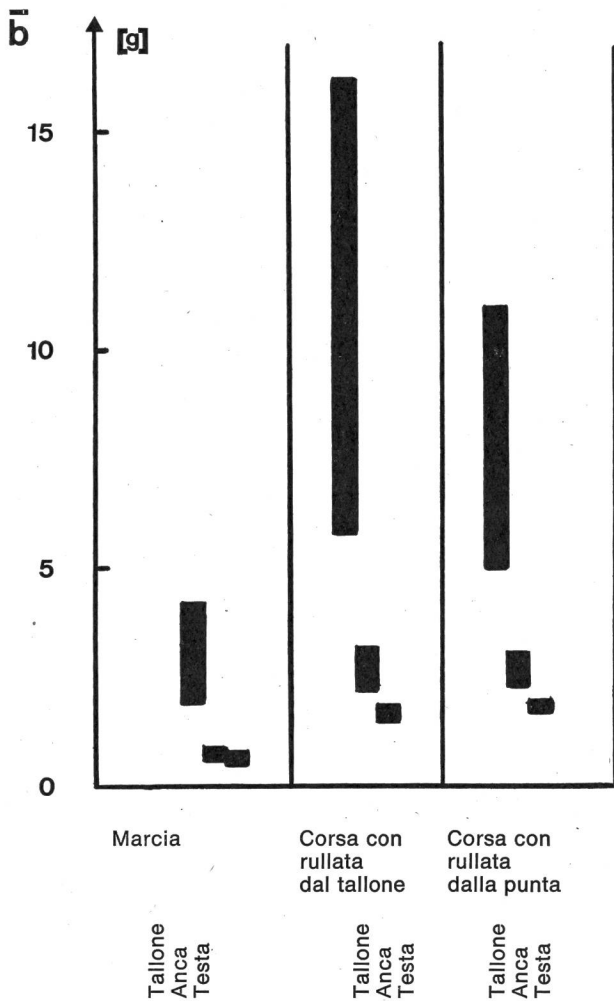


Fig. 3: Zone dei valori d'accelerazione misurati nella marcia, nella corsa con rullata dal tallone e corsa con rullata dalla punta.

### 3.2. Rivestimento sintetico - Asfalto - Terra battuta

Il quoziente  $b_H/b_F$  è una misura per l'attenuazione nella regione delle estremità inferiori. Più piccolo è questo quoziente, migliore è l'attenuazione. La figura 4 illustra i valori di questo quoziente per tutte le prove eseguite.

I valori minimi si hanno sul rivestimento sintetico e l'asfalto. Essi sono però i tipi di suolo dove si registrano le maggiori accelerazioni al piede. Confrontando le accelerazioni dell'anca e della testa sui diversi tipi di suolo, non risultano delle diversità (fig. 2). Gli scossoni alla colonna vertebrale sono più o meno identici sia nella corsa sia nella marcia. Sembra che l'uomo, nei suoi movimenti, si adatti inconsciamente al tipo di suolo. Questa può essere una naturale reazione di protezione del corpo. Quando gli scossoni al piede sono importanti, essi vengono attutiti nella gamba e tenuti lontani dalla colonna vertebrale. Confrontando i valori risultanti dalla pista sintetica con quelli della pista in terra battuta, si rileva, per quella sintetica, valori di accelerazione al piede maggiori del 30%. I valori alla testa e all'anca, per contro, sono identici. Il maggior carico che dev'essere assorbito nelle estremità inferiori, può provocare un'usura del meccanismo di attenuazione del corpo. È questa sicuramente una delle cause del costante aumento delle ferite al tendine d'Achille e ai legamenti del ginocchio.

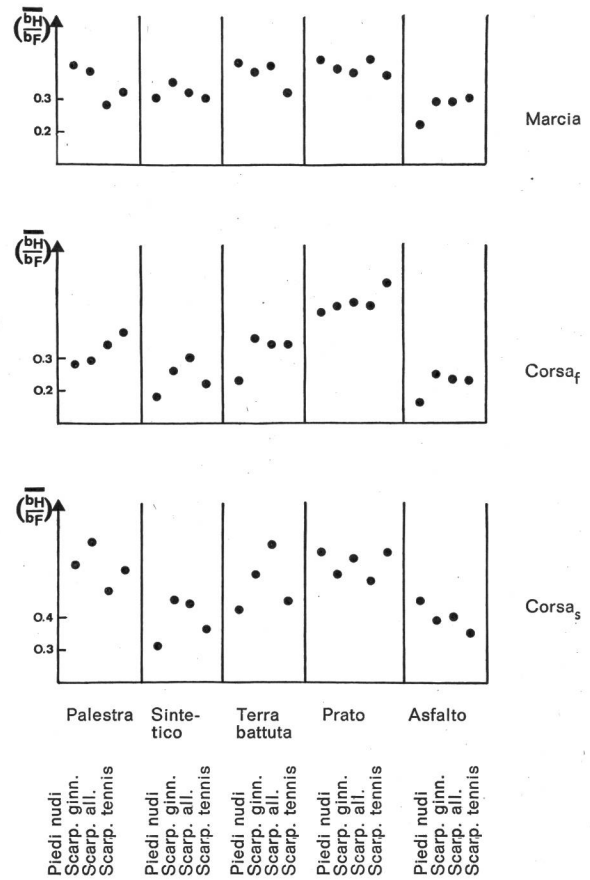


Fig. 4: Influsso del rivestimento e della calzatura sul quoziente  $b_H/b_F$ .

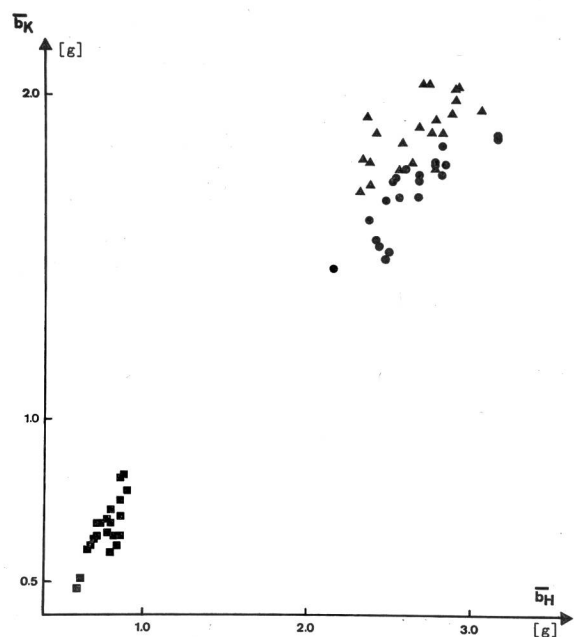


Fig. 5 Relazione fra accelerazione all'anca e accelerazione alla testa.

### 3.3. Piede-anca e anca-testa

Come illustrato nella fig. 5, gli scossoni all'anca non variano molto fra i singoli esaminati; ciò significa che l'attenuazione all'anca è praticamente costante. Esiste una relazione lineare fra accelerazione all'anca e accelerazione alla testa. È diverso per le estremità inferiori (fig. 6). In questo caso la dispersione è molto più importante. Non vi è più una relazione lineare. Il campo di possibilità di attenuazione diventa maggiore, per le estremità inferiori, in seguito all'impegno differente della muscolatura delle gambe e alle proprietà specifiche delle singole persone esaminate.

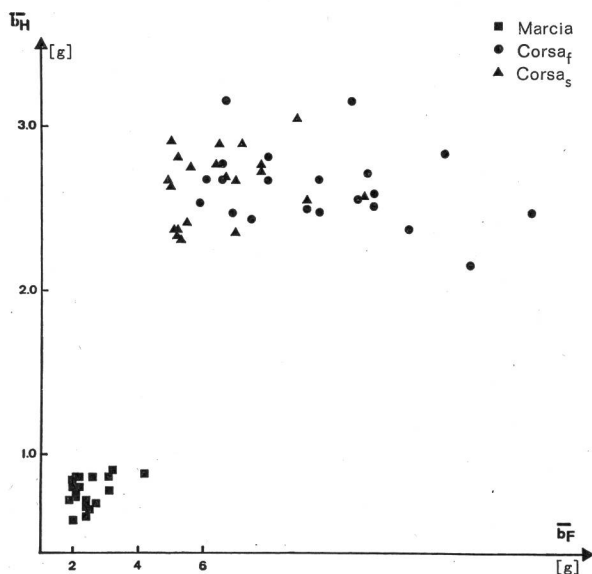


Fig. 6: Relazione fra accelerazione al tallone e accelerazione all'anca.

### 3.4. Calzature

Nel contesto dei singoli rivestimenti, le calzature causano differenti accelerazioni al piede. Troviamo l'accelerazione maggiore nella marcia e nella corsa a piedi nudi e con le scarpette chiodate. I valori minori sono reperibili nella corsa e nella marcia con scarpette da tennis. La spiegazione va ricercata nella natura della suola della scarpetta da tennis. Questa suola, molto soffice, attutisce una parte dello scossone e protegge l'apparato locomotore dell'uomo.

### 4. Deduzioni

Sui cinque rivestimenti provati sono state misurate differenti accelerazioni al piede. I valori all'anca e alla testa sono però quasi identici. L'uomo cerca dunque di proteggere la colonna vertebrale dai grossi scossoni. Gran parte dell'accelerazione al piede viene assorbita immediatamente dalle gambe, ciò significa che le articolazioni del piede, della gamba e dell'anca, come pure muscoli e legamenti delle estremità inferiori, vengono maggiormente sollecitati. Questo può provocare segni d'usura. È il caso, principal-

mente, nel rivestimento sintetico. In ulteriori ricerche dovrebbero venir paragonati i differenti tipi di rivestimento sintetico.

Finora nella produzione di nuovi rivestimenti sintetici per installazioni sportive non sono state prese in considerazione le particolari esigenze dell'apparato locomotore del corpo umano. Sarebbe necessario esaminare i nuovi rivestimenti, e ciò è possibile sulla base di queste misurazioni, seguendo tre criteri:

- stabilità e manutenzione del suolo
- influsso sulla salute dello sportivo
- capacità di prestazione dello sportivo.

Lo stesso vale per la fabbricazione delle scarpe. Queste dovrebbero essere dotate di una suola che attutisca gli scossoni. Ma dovranno rimaner leggere per non recar pregiudizio alla prestazione.

### 5. Conclusione

Sono stati misurati gli scossoni durante la marcia e la corsa su differenti tipi di suolo e con differenti tipi di calzature. Con misure di accelerazione sono stati registrati al livello del piede dei valori situati fra 1,5 e 16,2 g (accelerazione di gravità), alle anche di 0,6 a 3,2 g e alla testa di 0,5 a 2,0 g. L'attenuazione nelle gambe è da 5 a 10 volte superiore a quella del tronco. Su fondo morbido (prato) l'attenuazione alle estremità inferiori è minore. Sembra che l'essere umano si adatti inconsciamente, in tutti i suoi movimenti, ai diversi tipi di rivestimento. L'attenuazione della perturbazione nel tronco è praticamente costante. Negli arti inferiori la dispersione è più importante. Differenze possono intervenire in seguito all'impegno della muscolatura della gamba e anche in seguito alle proprietà specifiche d'ogni persona esaminata. Gli scossoni più importanti sono stati misurati sull'asfalto e su pista sintetica. Sembra sia questa la causa dell'aumento del numero delle ferite al tendine d'Achille, dei ligamenti del ginocchio e di periartrite.

### Bibliografia

- Basler A.:** Über die gewöhnliche Schrittlänge und Geschwindigkeit bei einigen Formen des Gehens Phys. Inst. der Universität Kanton (1928).
- Gage H.:** Accelerographic Analysis of Human Gait. Biomechanics Monograph, ASME, New York (1967).
- Guenther R.:** Über Stosserschütterungen beim Gang des Menschen. Inauguraldiss., Med. Fak. der Universität des Saarlandes (1967).
- Haberl R., Prokop L.:** Die Auswirkung von Kunststoffbahnen auf den Bewegungsapparat. Österr. Journal für Sportmedizin, Heft 2, 3, 4/72; 1/73.
- Molen N.H.:** The evaluation of gait. Academisch Proefschrift, Vrije Universiteit, Amsterdam (1973).
- Neukomm P.A., Nigg B.:** Telemetry: Investigations on Ski Research. IV. Int. Symp. on Biomechanic, Pennsylvania (1973).
- Nigg B.:** Biomechanik, Ausgewählte Kapitel. Vorlesungsmanuskript, ETH Zürich (1973).
- Unold E.:** Über den Einfluss verschiedener Unterlagen und Schuhe auf die Beschleunigungen am menschlichen Körper. Diplomarbeit ETH Zürich (1973).
- Wartenweiler J.:** Biomechanische Merkmale zur Charakteristik des menschlichen Ganges. Jahrbuch der Deutschen Vereinigung für die Rehabilitation Behinderter e.V. (1969/70).
- Wartenweiler, Lehmann, Wettstein:** Geschlechtsunterschiede im Körperbau und in der Dynamik des menschlichen Ganges. Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft (1970).
- Waters, Morris Perry:** Translational motion of the head and trunk during normal walking. Biomechanics (1973).