

comun-
ente 14.
i appa-
vato la
ite" nel
amente
al. uti-
ipo 6.
rto per-
ostante
brecoce
l ginoc-
5 essere
ndagi-
i basso
ttenta-
a asso-
tosa o
rogno-

Synthetic turf: risk of the onset of muscular-skeletal lesions in young football players

Terreni in erba sintetica: rischio di insorgenza di lesioni muscolo-scheletriche in giovani calciatori

V. DI TANTE¹, L. STEFANI¹, R. PRUNA², R. MERCURI¹, G. GALANTI¹

¹Sports Medicine Agency, University of Florence, Florence, Italy

²Football Club Barcelona, Barcelona, Spagna

SUMMARY

Aim. To assess the influence of different types of playing surface (natural grass and synthetic turf) on the onset of muscular-skeletal lesions and possible relapses, and on recovery times after rehabilitation by football players at a developing age.

Methods. We assessed 133 young football players who belonged to two different sports clubs: 69 athletes who trained on a pitch of artificial turf (group A), and 64 athletes of the same age who trained on a pitch of natural grass (group B). All the athletes were divided into 3 teams by date of birth (1995, 1994, 1993). The athletes who reported muscular-skeletal pain during training or competitions, were given a medical examination, and a therapy was decided, specific for each type of pathology, and they underwent rehabilitation treatment, specific for each type of pathology.

Results. The athletes in group A presented a significantly higher number of muscular-skeletal pathologies than those in group B (16 vs. 4, $p < 0.01$, R.R.=3.7). The largest differences were noted in athletes born in 1994 (9 vs. 2, $p < 0.02$, R.R.=4.28). The commonest lesions were 1st degree muscular lesions and tendonitis of the adductor muscles for group A, and delayed muscular pain for group B. No significant difference emerged regarding recovery times, although these were longer for the athletes in group A. The number of relapses was different, although not significantly so, for muscular lesions (2 for group A vs. 0 for group B) and for ankle sprains (1 for group B vs. 0 for group A).

Conclusion. From our results it emerged that training on synthetic turf increases the risk of muscle and tendon pathologies.

KEY WORDS: Synthetic turf - Muscular-skeletal lesions - Young football players.

JR Am J
ren RF
iate liga-
z. J Bone

Dilworth
DW (ed)
opaedics
delphia,
732.
l. MRI of
JR Am J

ers JD,
signs of
Valid?

Higgins
variant
R Am J

ro 129,

RIASSUNTO

Obiettivo. Valutare l'influenza della diversa tipologia di terreno di gioco (erba naturale e erba sintetica) sull'insorgenza di lesioni muscolo-scheletriche e di eventuali recidive, e sui tempi di recupero dopo riabilitazione in calciatori in età evolutiva.

Metodi. Sono stati valutati 133 giovani calciatori appartenenti a due diverse società sportive: 69 atleti che si allenavano su campo in erba artificiale (gruppo A), 64 atleti di pari età che si allenavano su campo da calcio in erba naturale (gruppo B). Tutti gli atleti erano suddivisi in 3 squadre per età (1995, 1994, 1993). Gli atleti che durante allenamento o competizione riferivano una sintomatologia dolorosa muscoloscheletrica venivano sottoposti a visita medica, impostata una terapia, la stessa per lo stesso tipo di patologia, e sottoposti a trattamento riabilitativo, lo stesso per lo stesso tipo di patologia.

Risultati. Gli atleti del gruppo A avevano presentato un numero di patologie muscolo-scheletriche significativamente maggiore rispetto a quelli del gruppo B (16 vs 4, $p < 0,01$, R.R.=3,7). Le maggiori differenze sono state notate per gli atleti dell'anno 1994 (9 vs 2, $p < 0,02$, R.R.=4,28). Le lesioni più comunemente riscontrate erano state le lesioni muscolari di 1° grado e le tendiniti dei muscoli adduttori per il gruppo A e il dolore muscolare ritardato per il gruppo B. Nessuna significativa differenza era emersa per quanto riguarda i tempi di recupero, anche se questi sono risultati maggiori

negli atleti del gruppo A. Il numero di recidive era risultato diverso, anche se non significativamente, per le lesioni muscolari (2 per il gruppo A vs 0 per il gruppo B) e per le distorsioni alla caviglia (1 per il gruppo B vs 0 per il gruppo A). Conclusioni. Dai nostri risultati è emerso che l'allenamento su terreno in erba sintetica aumenta il rischio di patologie muscolari e tendinee.

PAROLE CHIAVE: *Terreni sintetici - Lesioni muscolo-scheletriche - Giovani calciatori.*

Football pitches in natural grass are currently being replaced, for economical and practical reasons, primarily by pitches of artificial turf. The technical and economic qualities of these innovative surfaces have been studied in great depth; numerous studies have examined the possible toxicity of the materials used.¹⁻³ In recent years, only a few studies have been performed on the incidence of acute traumatic events linked to competitions or training on pitches of artificial turf.⁴⁻⁸ However, in spite of the relevance and great interest being shown in the issue, there is no information available about the possible problems that training on surfaces of synthetic turf can generate in the muscular-skeletal structure of the football player.⁸ Although the age of these new playing surfaces has arrived, and is in fact in full-blown development, numerous questions remain to be answered. The technical aspects of the movements and the bounce of the ball have still to be studied in depth, but above all, there is still no single, clear definition of the biomechanical aspects of running and all athletic movements, typical of a sport like football, on these playing surfaces.⁹⁻¹² In the light of the above, it is difficult to envisage the risk of the onset of muscular-skeletal pathologies caused by overloading that are associated with this type of surface. Acknowledgement of a possible link between artificial turf and the increased risk of muscular-skeletal pathologies is even more important, absolutely indispensable in fact, when the athlete is still growing. A developing skeleton has flexible bones, soft cartilage structures and ligaments which are proportionally stronger than the adjacent areas of growing bone. Although bone plasticity during development increases its remodeling capacity and allows lesions to be repaired rapidly, it also creates areas of intrinsic weakness in the skeletally immature athlete. In many cases the type of lesion in the child is similar to that in an adult, although there are differences due to the presence of growing cartilage, the

I campi da calcio in erba naturale sono attualmente, per motivi economici e di praticità, per lo più sostituiti da campi da calcio in erba artificiale. Le qualità tecniche ed economiche di questi terreni innovativi sono state abbondantemente studiate; numerosi studi sono stati effettuati sulla possibile tossicità dei materiali utilizzati¹⁻³. Negli ultimi anni sono stati prodotti solo pochi studi sull'incidenza di eventi traumatici acuti legati alle competizioni o all'allenamento su campi in erba artificiale⁴⁻⁸. Tuttavia, nonostante la forte attualità e il grande interesse che l'argomento sta suscitando, non esistono informazioni sulle possibili problematiche che l'allenamento su terreno in erba sintetica genera sull'apparato muscolo-scheletrico del calciatore (8). Benché l'era di questi nuovi terreni di gioco sia già cominciata, ed anzi sia in pieno sviluppo, restano ancora da chiarire numerosi quesiti. Non sono ancora del tutto studiati gli aspetti tecnici legati alle giocate e al rimbalzo del pallone, ma soprattutto manca ancora un'univoca e chiara definizione degli aspetti biomeccanici della corsa e di tutti i gesti atletici, tipici di sport come il calcio, su queste superfici di gioco⁹⁻¹². Alla luce di ciò risulta difficoltoso prevedere il rischio di comparsa di eventuali patologie muscolo-scheletriche da sovraccarico associate a questa tipologia di terreno. Il riconoscimento di una eventuale relazione tra tappeto erboso artificiale e aumentato rischio di patologia muscolo-scheletrica risulta ancor più importante, e assolutamente indispensabile, quando l'atleta è in età evolutiva. Lo scheletro in via di sviluppo infatti, ha ossa flessibili, strutture cartilaginee morbide e legamenti che, in proporzione, sono più forti delle adiacenti aree di accrescimento osseo. Sebbene la plasticità ossea durante lo sviluppo aumenti la capacità rimodellante di queste e permetta un veloce recupero dalle lesioni, crea allo stesso tempo zone di debolezza intrinseca nell'atleta scheletricamente immaturo. In molti casi i tipi di lesione a carico dei bambini sono simili a quelle degli adulti, anche se ci sono differenze dovute alla presenza della cartilagine di accrescimento, il processo di crescita, i livelli di attività e l'atteggiamento dei bambini verso la pratica sportiva.

growth process, the level of activity and children's attitude to sports activities.

Because we envisage that in the near future, many natural grass football pitches will be replaced by pitches of synthetic turf, new studies of this subject are absolutely necessary, even to understand the possible long-term effects on the locomotor structures of the athletes.

The purpose of this study is to assess the influence of the different types of playing surfaces (natural and synthetic) on the onset of muscular-skeletal lesions, possible relapses and recovery times after rehabilitation treatment, on a population of young football players.

Materials and methods

Population studied

From November 2005 to April 2006 we assessed 133 young male football players (age: 10.9 ± 0.8 years) belonging to two different sports clubs: 69 athletes who trained on pitches of artificial turf (group A) and 64 athletes of the same age who trained on pitches of natural grass (group B). Three teams were assessed from each club, each made up of football players born in 1995 (27 athletes in group A and 26 athletes in group B), 1994 (20 athletes in group A and 19 in group B) and 1993 (22 athletes in group A and 19 athletes in group B). The teams in group B had always trained on a natural grass pitch, the football players in the teams in group A had trained on artificial turf for at least a year and a half.

A physical examination with a postural assessment prior to the start of the study led us to exclude three athletes (one from group A and two from group B) who presented evident alterations to their skeletal structure, of constitutional and/or postural origin (one with dysmetria of the pelvis, one with flat feet, one with pes cavus).

Athletes born in 1994 and 1993 had three 2-hour training sessions a week, plus a final game. Athletes born in 1995 had two 2-hour training sessions a week, plus a final game.

Methods

The athletes who reported a traumatic event or the onset of pain of a muscular-skeletal nature during training or a match, were given a physical examination, and were treated if necessary with pharmaceutical products and non-instru-

Poiché si prevede che nel prossimo futuro buona parte dei campi da calcio in erba naturale verranno sostituiti dal terreno in erba sintetica, nuovi studi sull'argomento sono assolutamente necessari, anche per comprendere gli eventuali effetti a lungo termine sulle strutture locomotorie degli atleti.

Lo scopo del presente studio è stato quello di valutare l'influenza della diversa tipologia del terreno di gioco (naturale e sintetico) sull'insorgenza di lesioni muscolo-scheletriche, sulle eventuali recidive e sui tempi di recupero dopo trattamento riabilitativo, su una popolazione di calciatori in età evolutiva.

Materiali e metodi

Popolazione studiata

Da Novembre 2005 ad Aprile 2006 sono stati valutati 133 giovani calciatori (età: $10,9 \pm 0,8$ anni) di sesso maschile appartenenti a due società sportive diverse: 69 atleti che si allenavano su campo da calcio in erba artificiale (gruppo A) e 64 atleti di pari età che si allenavano su campo da calcio in erba naturale (gruppo B). Di ogni società sono state valutate tre squadre composte ognuna da calciatori nati rispettivamente negli anni 1995 (27 atleti del gruppo A e 26 atleti del gruppo B), 1994 (20 atleti del gruppo A e 19 del gruppo B) e 1993 (22 atleti del gruppo A e 19 atleti del gruppo B). Le squadre appartenenti al gruppo B si erano sempre allenate su un campo in erba naturale, i calciatori delle squadre del gruppo A si allenavano sul campo in erba sintetica da almeno 1 anno e mezzo.

Una visita medica con valutazione posturale precedente l'inizio dello studio aveva permesso di escludere da questo tre atleti (uno del gruppo A e due del gruppo B), i quali presentavano alterazioni della struttura scheletrica di origine costituzionale e/o posturale (una dismetria del bacino, un piede piatto, un piede cavo conclamati).

Gli atleti nati nel 1994 e 1993 erano sottoposti a 3 allenamenti a settimana di 2 ore ognuno, più la gara finale. I calciatori del 1995 praticavano 2 allenamenti a settimana di 2 ore ognuno, più la gara finale.

Metodi

Gli atleti che, durante l'allenamento o la competizione, riferivano un evento traumatico o la comparsa di una sintomatologia dolorosa a livello muscolo-scheletrico venivano sottoposti a visita medica, eventualmente trattati con terapia farmacologica e sottoposti a trattamento fisioterapico non strumentale, adeguato alla patologia riferita.

mental physiotherapy suitable for the pathology reported.

All the athletes were encouraged to immediately report any type of symptom as soon as it emerged.

The same therapy was applied and the same rehabilitation protocol was adopted for a specific pathology, adapted in each case to the specific biomechanical characteristics of each athlete and obviously to the gravity of the lesion.

Each athlete of each team was assessed by the same doctor and rehabilitated by the same physiotherapist. Rehabilitation was carried out directly on the playing field (on synthetic turf for the athletes in group A and on natural grass for the athletes in group B).

The traumatic pathologies considered in this study were: inflammatory tendonopathies, muscular lesions from indirect trauma classified by Reid's system,¹³ and sprains to lower limb joints.

All the athletes were suitably informed about the procedures of the study.

Pitch of artificial turf

The athletes in group A trained on pitches of third generation synthetic turf. Most of these football players had belonged to their club for at least one and a half years, during which time the training sessions had taken place on a pitch of third generation artificial turf.

This playing surface, which was developed about six years ago, is made of a system formed of filaments of grass created from polyolefin copolymers filled with small fragments of rubber obtained by recycling seals for civilian use and other components; these include elastic material which is present in all third generation artificial turf football pitches and which, because it makes it more similar to natural grass, also makes the pitch surface more regular, for better play, a better technical response and therefore a better competitive performance from the athlete.

The visual effect is similar to that of a pitch of natural grass, but the impact of the foot with this pitch, which is softer on the surface but harder underneath, is different, although there are no studies of the subject in the literature.

Statistical analysis

The incidence of injury during training for each group (athletes trained on synthetic turf and athletes trained on natural grass) and for each team

Tutti gli atleti sono stati sensibilizzati a riferire immediatamente qualsiasi tipo di sintomatologia appena essa si fosse manifestata.

Per la stessa patologia è stata applicata la stessa terapia e impostato lo stesso protocollo riabilitativo, adattato comunque alle caratteristiche biomeccaniche tipiche di ogni soggetto e ovviamente al grado di lesione.

Ogni atleta di entrambe le squadre è stato valutato da un unico medico e riabilitato da un unico fisioterapista. La riabilitazione è stata effettuata direttamente sul campo da gioco (in erba sintetica per i giocatori del gruppo A e in erba naturale per i giocatori del gruppo B).

Le patologie traumatiche considerate nel presente studio sono state: tendinopatie infiammatorie, lesioni muscolari da trauma indiretto classificate secondo la classificazione di Reid¹³, e patologie distorsive delle articolazioni dell'arto inferiore.

Tutti i soggetti sono stati adeguatamente informati delle procedure dello studio.

Campo in erba artificiale

Gli atleti del gruppo A si allenavano su campo in erba sintetica di terza generazione. La maggior parte di questi calciatori appartenevano a tale società da almeno 1 anno e mezzo, tempo durante il quale gli allenamenti si svolgevano su un campo in erba sintetica di terza generazione.

Tale campo da gioco, che è stato realizzato circa sei anni fa, è costituito da un sistema formato da filamenti di erba costituiti da copolimeri di poleolefine riempiti da piccoli frammenti di gomma ottenuti dal riciclo di guarnizioni per uso civile e da altri componenti; tra questi soprattutto materiale elastico che contraddistingue tutti i campi da calcio in erba artificiale di terza generazione e che, rendendolo più simile all'erba naturale, permette una maggiore regolarità del campo, miglior gioco, una migliore risposta tecnica e quindi una migliore prestazione agonistica dell'atleta.

L'effetto visivo è simile a quello di un campo in erba naturale. L'impatto del piede con tale superficie, più morbida in superficie, ma più dura sul fondo, risulta invece diverso, benché non vi siano in letteratura studi al riguardo.

Analisi statistica

L'incidenza d'infortunio durante allenamento per ogni gruppo (atleti allenati su erba sintetica e atleti allenati su erba naturale) e per ogni squadra di atleti è stata calcolata sia come rapporto tra il numero di infortuni e il numero di soggetti osservati sia come numero di infortuni/1000 ore di esposi-

a riferire
patologia

la stessa
nitativo,
omecca-
al gradi

to valu-
in unico
fettuata
sintetica
vale per i

l presen-
matorie,
ssificate
patologie
iore.
te infor-

i campo
maggior
e società
e il qua-
in erba

to circa
da fila-
lelefine
ottenuti
da altri
le elasti-
alcio in
renden-
ra mag-
i miglio-
presta-

mpo in
superfi-
sul fon-
vo in let-

amento
tetica e
quadra
to tra il
sservati
esposi-

TABLE I.—Total athletes injured.
TABELLA I. — Totale atleti infortunati.

	Pitch of artificial turf	Pitch of natural grass
Total athletes	69	64
Athletes injured	16	4
Incidence of injuries (%)	23	6.25
P<0.01, R.R.=3.7 (95% C.I. 1.34-10.65).		

of athletes has been calculated both as the ratio between the number of injuries and the number of individuals observed, and as the number of injuries/1000 hours of exposure. The incidence of the various types of injury was calculated as the number of cases among those exposed and the number of cases among those not exposed. The incidence of relapses was calculated as the number of relapses per pathology against the number of cases per pathology. Wherever possible, the values of the incidence between the two groups were compared by calculating the relative risk (RR) with a confidence level of 95%. The significance level was established as $p<0.05$. The data related to recovery times were expressed as the average \pm standard deviation. The proportions were also compared, wherever possible, using the χ^2 test by applying the Yates correction. The statistical significance level was established as $p<0.05$.

The data were analysed by the SPSS program version 13.0 for Windows software.

Results

Table I illustrates the results for the number of injuries out of the total number of athletes in the two clubs. The number of injuries reported among athletes who trained on pitches of synthetic turf was significantly higher than that of athletes who trained on pitches of natural grass. Even in the team born in 1995, the incidence of injuries was higher for athletes who trained on synthetic turf, with a relative risk that indicates a moderate association between exposure to the synthetic surface and the number of injuries. However, these data are not statistically significant (Table II).

Table III illustrates the results for injuries to the teams born in 1994. The incidence of injury is significantly higher in athletes who trained on pitches of synthetic turf, with a fair relative risk of injury.

TABLE II.—Athletes injured 1995.
TABELLA II. — Atleti infortunati anno 1995.

	Pitch of artificial turf	Pitch of natural grass
Total athletes	27	26
Athletes injured	4	1
Incidence of injuries (%)	14.8	3.8
Incidence of injuries (no./1000 hours)	37.7/1000 hours	9.43/1000 hours
P=0.18, R.R.=3.9 (95% C.I. 0.47-32).		

TABLE III.—Athletes injured 1994.
TABELLA III. — Atleti infortunati anno 1994.

	Artificial turf	Natural grass
Total athletes	20	19
Athletes injured	9	2
Incidence of injuries (%)	45	10.5
Incidence of injuries (no./1000 hours)	62.5/1000 hours	13.9/1000 hours
P<0.02, R.R.=4.28 (95% C.I. 1.07-16.44).		

zione. L'incidenza dei vari tipi di infortunio è stata calcolata come numero di casi tra gli esposti e numero di casi tra i non esposti. L'incidenza di recidiva è stata calcolata come numero di recidive per patologia sul numero di casi per patologia. Dove possibile i valori delle incidenze tra i due gruppi sono stati paragonati mediante il calcolo del rischio relativo (RR) con un livello di confidenza al 95%. Il livello di significatività è stato posto ad un $p<0,05$. I dati relativi ai tempi di recupero sono espressi come media \pm deviazione standard. Il confronto tra le proporzioni è stato eseguito inoltre, dove possibile, mediante il test χ^2 applicando la correzione di Yates. Il livello di significatività statistica è stato fissato ad un $p<0,05$.

Le analisi dei dati sono state eseguite mediante il programma SPSS versione 13.0 per il software Windows.

Risultati

In tabella I sono mostrati i risultati relativi al numero di infortuni sul totale degli atleti delle due società. Il numero di infortuni verificatosi tra gli atleti che si allenavano su campo in erba sintetica è risultato significativamente maggiore rispetto a quelli degli atleti che si allenavano su campo in erba naturale. Anche nella squadra dell'anno 1995 l'incidenza di infortuni è risultata maggiore per gli atleti che si allenavano su campo in erba sintetica,

TABLE IV.—Athletes injured 1993.
TABELLA IV. — Atleti infortunati anno 1993.

	Artificial turf	Natural grass
Total athletes	22	19
Athletes injured	3	1
Incidence of injuries (%)	13.6	5.2
Incidence of injuries (no./1000 hours)	20.8/1000 hours	6.94/1000 hours
P=0.39, R.R.=2.7 (95% C.I. 0.31-23.5).		

The team born in 1993 was the one that had the lower incidence of injury among the athletes who trained on synthetic turf, and the lower incidence of injury/1000 hours of training for athletes who trained on both synthetic turf and natural grass. The association between synthetic turf and the probability of the onset of a muscular-skeletal pathology proved modest (Table IV).

The number and percentage of injuries divided by type are illustrated in table V. Among the athletes who trained on a pitch of artificial turf, 1st degree muscular lesions and insertional proximal tendonitis of the adductor muscles represented the most frequently found pathologies, with an incidence of 7.2% out of the total athletes in group A, followed by muscular lesions from physical exercise or delayed muscle pain (4.3%) and Achilles paratenonitis,¹⁴ associated with plantar fasciitis (2.9%). Muscular lesions from physical exercise were the principal cause of injury among the athletes who trained on pitches of natural grass, with an incidence of 3%. The association between the type of playing surface and the onset of muscular-skeletal pathologies was only significant for 1st degree muscular lesions and insertional proximity tendonitis of the adductor muscles.

TABLE V.—Number and incidence of injuries by type.
TABELLA V. — Numero e incidenza di infortuni per tipologia.

Pathology	Artificial turf	Incidence	Natural grass	Incidence	P
Totals	16	0.23	4	0.06	P<0.05
Muscular lesions	5	0.07	0	0	P<0.05
Muscular lesions from physical exercise (delayed muscle pain)	3	0.04	2	0.03	P=0.07
Tendonitis adductor musc.	5	0.07	0	0	P<0.05
Achilles paratenonitis and plantar fasciitis	2	0.029	0	0	P=0.17
Achilles paratenonitis	0	0	1	0.015	P=0.29
1 st degree sprained ankle	1	0.014	1	0.015	P=0.9

con un rischio relativo che indica una moderata associazione tra l'esposizione al sintetico e la comparsa di infortuni. Tali dati non sono tuttavia risultati statisticamente significativi (Tabella II).

In tabella III sono presentati i risultati relativi agli infortuni delle squadre del 1994. L'incidenza di infortuni è risultata significativamente maggiore negli atleti che si allenavano su campo in erba sintetica, con un rischio relativo di infortunio di grado discreto.

La squadra dell'anno 1993 è stata quella che ha avuto minore incidenza di infortuni tra gli atleti che si allenavano su campo in erba sintetica e la minore incidenza di infortuni/1000 ore di allenamento sia per gli atleti allenati su erba sintetica che naturale. L'associazione tra erba sintetica e probabilità di presentare una patologia muscolo scheletrica è risultata modesta (Tabella IV).

Il numero e la percentuale di infortuni suddivisi per tipologia sono mostrati nella tabella V. Tra gli atleti che si allenavano su campo in erba artificiale le lesioni muscolari di 1° grado e le tendiniti inserzionali prossimali dei muscoli adduttori rappresentavano le patologie di più frequente riscontro, con un'incidenza del 7,2% sul totale degli atleti del gruppo A, seguite dalle lesioni muscolari da esercizio fisico o dolore muscolare ritardato (4,3%) e dalle paratenoniti achillee (14%) associate a fascite plantare (2,9%). Le lesioni muscolari da esercizio fisico erano invece la principale causa di infortunio tra gli atleti che si allenavano su campo in erba naturale con un'incidenza del 3%. L'associazione tra tipologia di terreno di gioco ed insorgenza di patologia muscolo-scheletrica è risultata significativa solo per le lesioni muscolari di 1° grado e le tendinite inserzionale prossimale dei muscoli adduttori.

Un'unica distorsione di grado 1° alla caviglia, con stiramento del legamento peroneo-astragalo anteriore, si è verificata in entrambi i gruppi.

Patologie quali la fascite plantare e la tendinite

One single 1st degree sprained ankle, with straining of the front peroneal-astragalic ligament, was reported in each group.

Pathologies such as plantar fasciitis and insertional tendonitis of the adductor muscles were not reported in athletes who trained on pitches of natural grass.

Table VI illustrates the recovery times after therapy and rehabilitation, assessed for the muscular-skeletal pathologies that emerged in both study groups. Where ankle sprains are concerned, we can note that the results are entirely similar (15 days for both groups). The difference is however minimal for both Achilles paratenonitis (16.6 ± 2.8 days for athletes who played on artificial turf, 15 days for those on natural grass) and for muscular contractures (8.7 ± 3.5 days for athletes who trained on artificial turf, 7 days for those on natural grass).

Table VII illustrates the number of relapses reported for each group studied. There were 3 relapses among athletes who trained on pitches of artificial turf; among athletes who trained on natural grass, on the other hand, there was only one relapse for a sprained ankle. The differences were not statistically significant. Where Achilles paratenonitis and plantar fasciitis are concerned, there were no relapses in either of the two study groups.

Discussion and conclusions

The purpose of this comparative study performed on a sample of young football players was to verify the incidence of muscular-skeletal pathologies, recovery times after rehabilitation and possible relapses in athletes who trained on football pitches of artificial turf compared to those who trained on pitches of natural grass.

TABLE VI.—Recovery times after rehabilitation for comparable muscular-skeletal pathologies.

TABELLA VI. — *Tempi di recupero dopo riabilitazione per le patologie muscolo-scheletriche confrontabili.*

Patologie muscolo-scheletriche	Erba artificiale (giorni)	Erba naturale (giorni)
Distorsione caviglia di 1° grado	15	15
Paratenonite achillea	16,6±2,8	15
Lesioni muscolari da esercizio fisico (dolore muscolare ritardato)	8,7±3,5	7

inserzionale dei muscoli adduttori non si sono invece manifestate negli atleti che si allenavano su campo in erba naturale.

In tabella VI sono mostrati i tempi di recupero dopo terapia e riabilitazione, valutati per quelle patologie muscolo-scheletriche che si sono manifestate in entrambi i gruppi di studio. Per quanto riguarda la distorsione della caviglia si nota che i risultati sono del tutto sovrapponibili (15 gg per entrambi i gruppi). La differenza è comunque minima sia per la paratenonite achillea (16,6±2,8 gg per gli atleti che giocavano su erba artificiale, 15 gg per quelli su erba naturale) che per le contratture muscolari (8,7±3,5 gg per gli atleti che si allenavano su erba artificiale, 7 gg per quelli su erba naturale).

In tabella VII è mostrato il numero delle recidive che si sono verificate per ogni gruppo di soggetti studiati. Negli atleti che si allenavano su campo in erba artificiale si sono manifestate 3 recidive; negli atleti che si allenavano su campo in erba naturale, invece, si è verificata solo una recidiva per la distorsione alla caviglia. Le differenze non sono risultate statisticamente significative. Per quanto riguarda la paratenonite d'Achille e la fascite plantare non si sono verificate recidive in nessuno dei due gruppi di studio.

TABLE VII.—Number and incidence of relapses.

TABELLA VII. — *Numero e incidenza di recidive.*

Muscular-skeletal pathology	Pitch of artificial turf		Pitch of natural grass		RR (95% C.I.)
	No.	Incidence	No.	Incidence	
Totals	3	0.18	1	0.25	0.72 (0.10-5.11)
Muscular lesions from physical exercise (delayed muscle pain)	2	0.66	0	0	—
Insertional tendonitis adductor muscles	1	0.2	—	—	—
1st degree sprained ankle	0	0	1	1	—

Previous studies, which have assessed the incidence and the principal causes of traumatic events during matches and training on synthetic turf, did not highlight significant differences compared to natural grass. These studies, however, tended to analyse acute traumatic events in American football.⁴⁻⁸ Association football is a completely different sport, in which the most significant element is not the physical contact between players, but the impact with the ground, particularly during sprints and changes of direction.¹⁵ A study performed on Swedish football players assessed the pattern of movement, the capacity to pass the ball and the impression of the game of football by players on synthetic turf compared to natural grass, with negative results where the artificial surface was concerned.¹⁶ No study has so far examined athletes at a developing age, who are clearly more difficult to study, but also more subject to possible stress from unsuitable playing surfaces, and those who use artificial turf surfaces more extensively.

Our study, which examined this particular category of individuals, reveals a positive association between training on artificial turf and the onset of muscular and tendon pathologies. Longer recovery times were also noted, albeit not significantly so, as well as an increase in the probability of a relapse.

The greatest differences were noted for athletes born in 1994, who recorded 45% of the injuries for athletes in group A compared to 10.5% among athletes in group B. In any case, for every age group of the athletes studied, the incidence of muscular-skeletal pathologies proved to be higher for athletes who trained on pitches of artificial turf.

For the athletes who trained on a synthetic playing surface, the most frequent pathologies were muscular lesions from indirect trauma (all 1st degree lesions) and proximal insertional tendonitis of the adductor muscles. The possible causes of these pathologies must be looked for in alterations to the coordination of different muscle groups. A physical examination before the study excluded any type of postural problem or imbalance between the muscles of the lower limbs; the higher incidence of muscular lesions among athletes in group A may therefore be attributed in part to the different playing surface, which could in fact be responsible for an alteration in the podalic biomechanics and therefore of the muscle coordination.

Discussione e conclusioni

Questo studio comparativo eseguito su un campione di giovani calciatori ha avuto lo scopo di verificare l'incidenza di patologie muscolo-scheletriche, i tempi di recupero dopo riabilitazione e le eventuali recidive in atleti che si allenano su campo da calcio in erba artificiale rispetto a coloro che si allenano su campo da calcio in erba naturale.

Precedenti studi, che hanno valutato l'incidenza e le cause principali di eventi traumatici durante le competizioni e gli allenamenti su erba sintetica, non hanno evidenziato significative differenze rispetto all'erba naturale. Tali studi hanno tuttavia analizzato per lo più eventi traumatici acuti nel football americano⁴⁻⁸. Il calcio è una disciplina sportiva completamente differente, in cui non prevale il contatto fisico tra i giocatori, ma l'impatto con il terreno soprattutto durante gli sprint e i cambi di direzione¹⁵. Un lavoro eseguito su calciatori svedesi ha valutato il pattern di movimento, la capacità di passaggio della palla e l'impressione del gioco del calcio da parte dei giocatori su sintetica rispetto all'erba naturale, con risultati negativi per quanto riguarda il terreno sintetico¹⁶. Nessuno studio ha preso in esame finora atleti in età evolutiva, evidentemente più difficili da studiare, ma anche maggiormente sottoposti ad eventuali sollecitazioni da parte di superfici di gioco non idonee, e per i quali i terreni in erba sintetica sono più largamente utilizzati.

Dal nostro studio, che ha indagato invece questa particolare categoria di soggetti, emerge un'associazione positiva tra allenamento su terreno in erba sintetica ed insorgenza di patologie muscolari e tendinee. Si assiste inoltre, anche se non significativamente, ad un allungamento dei tempi di recupero e ad un'aumentata probabilità di recidiva.

Le maggiori differenze sono state notate per gli atleti dell'anno 1994, tra i quali si è verificato il 45% degli infortuni per gli atleti del gruppo A rispetto al 10,5% fra gli atleti del gruppo B. In ogni caso, per ogni classe di età dei soggetti studiati, l'incidenza di patologie muscolo-scheletriche è risultata maggiore per gli atleti che si allenavano su campo in erba artificiale.

Per gli atleti allenati su terreno sintetico le patologie più frequentemente riscontrate sono state le lesioni muscolari da trauma indiretto (tutte lesioni di 1° grado) e le tendiniti inserzionali prossimali dei muscoli adduttori. Le possibili cause di tali patologie sono da ricercare anche nell'alterata coordinazione dei diversi gruppi muscolari. Una valutazione medica precedente allo studio aveva escluso ogni tipo di problema posturale o squilibrio tra i muscoli degli arti inferiori; la maggiore incidenza di lesioni muscolari tra gli atleti del gruppo A può

For the athletes who trained on pitches of natural grass, the main cause of injury was due to muscular overload syndromes (muscular lesions due to physical exercise), probably deriving from a state of muscle fatigue, taking into consideration the fact that they appeared to coincide with tournaments that envisaged several matches in a single week.

The inflammation of the Achilles tendon, on the other hand, was only found on a small number of athletes in both groups. It is curious that, in athletes in group A, Achilles paratenonitis was always associated with and aggravated by plantar fasciitis, a pathology that was never reported among the athletes in group B. The plantar fascia is a fibrous layer that extends forward from the front edge of the heel in the flexor system of the toes, and helps to maintain the physiological longitudinal turning of the foot. Because it has a lower damping capacity and is harder than a natural grass pitch, a pitch of artificial turf probably causes an incorrect podalic position, with an anomalous pronation that determines excess stress on the arch of the foot, which is then aggravated by the Achilles tendon pathology. This type of tendonopathy often has technical-structural concomitant causes that may be linked to a type of athletic movement linked to the surface on which it is performed. The elements most likely to negatively condition the athletic movement are the rigidity of the surface and the elimination of the torsional compensation on the horizontal plane; the latter may force the tendon to work with a strain in projections that are not physiologically advisable.

The recovery times necessary for the athlete, after rehabilitation treatment provided by the physiotherapist directly on the training ground, before going back to play with the group, were marginally longer than those for the athletes rehabilitated directly on a pitch of natural grass, for muscular lesions due to physical exercise and Achilles heel.

In young athletes who trained on pitches of artificial turf and who reported symptoms of muscular overload, there were 2 relapses. There were no relapses for the same problem among those who trained on natural grass.

On the other hand, the athlete who sprained his ankle when training on a pitch of natural grass had a relapse during the rest of the season, revealing a possible role of the natural surface in the onset of traumatic sprains, because it

quindi essere in parte imputabile al diverso terreno di gioco, che potrebbe essere esso stesso responsabile di un'alterazione della biomeccanica podalica e quindi della coordinazione muscolare.

Per gli atleti che si allenavano su campo in erba naturale la principale causa di infortunio era rappresentata da sindromi da sovraccarico muscolare (lesioni muscolari da esercizio fisico), derivanti, probabilmente, da uno stato di affaticamento muscolare, considerata la loro comparsa in concomitanza con tornei che prevedevano più partite durante l'arco della stessa settimana.

La patologia infiammatoria del tendine di Achille si è manifestata invece con una bassa incidenza in entrambe i gruppi di atleti. Un dato curioso è che la paratenonite Achillea, negli atleti del gruppo A, risultava sempre associata ed aggravata da fascite plantare, patologia che non si è mai presentata tra gli atleti del gruppo B. La fascia plantare è uno strato fibroso che si estende dal bordo anteriore del calcagno in avanti nell'apparato flessore delle dita, ed aiuta a mantenere la volta longitudinale fisiologica del piede. Il campo in erba sintetica, avendo una capacità ammortizzante inferiore ed essendo più duro di quello in erba naturale, causa probabilmente uno scorretto appoggio podalico, con un'anomala pronazione che determina un'eccessiva tensione sulla volta plantare, aggravata poi dalla patologia del tendine di Achille. Quest'ultima tendinopatia trova spesso delle concause tecnico-impianistiche che possono essere legate ad una tipologia di gesto atletico in relazione alla superficie di esecuzione dello stesso. Gli elementi che in maggior misura possono condizionare negativamente il gesto atletico risultano essere la rigidità della superficie e l'eliminazione dei compensi torsionali sul piano orizzontale; questi ultimi possono costringere il tendine ad un lavoro con stiramento in proiezioni non consone alla migliore fisiologia.

I tempi di recupero, necessari all'atleta, dopo trattamento riabilitativo, eseguito dal fisioterapista direttamente sul campo di allenamento, per tornare a giocare insieme al gruppo, sono stati lievemente più lunghi rispetto a quelli degli atleti riabilitati direttamente su campo in erba naturale, per le lesioni muscolari da esercizio fisico e la tendinite Achillea.

Nei giovani atleti, che si allenavano su campo in erba artificiale e che avevano presentato delle sindromi da sovraccarico muscolare, si sono manifestate ben 2 recidive. Nessuna recidiva per la stessa problematica si è avuta in coloro che si allenavano su erba naturale.

Al contrario l'atleta che aveva subito un trauma distorsivo di caviglia allenandosi su campo in erba naturale ha presentato una recidiva nel corso della stagione sportiva, denotando un possibile ruolo del

is not always perfectly flat like an artificial surface. But this element clashes with other cases in literature, in which ankle lesions are more frequent on pitches of artificial turf.^{5, 6} However these data must be considered with caution because of the small number of this type of lesion in each study conducted.

The results of this study must be seen in the context of an almost total absence of literature on the subject. Unfortunately the limits of the research are numerous and not easily overcome. There are subjective differences between the various athletes being studied, due to the elements typical of the physiological growth of the age of development. This poses some problems in the assessment of a direct correlation between the type of playing surface and tendon or muscular pathologies. Another confusing factor is certainly the type of shoes worn. If the surface and consistency of the playing pitch are different from those of a natural grass pitch, it is very probable that athletes should wear shoes with studs that are suited to the new surface.^{9, 11, 15} However, there is still too little information to allow us to give certain advice on the matter.

We do however feel that the limit that has most affected this study is the intensity of the training that the young football players undergo. Although the number of training sessions and the duration of each one were identical for the two teams compared, it is possible that the work load during the training was greater for athletes in group A. This could explain in part the greater incidence of muscular-skeletal lesions among athletes born in 1994. The sample universe is also too small for us to draw certain conclusions, particularly regarding recovery times and relapses reported.

This study is nonetheless an important starting point for future studies, whether transverse, eliminating every variable, or longitudinal, reducing the importance of the "growth" factor in the genesis of muscular-tendon pathologies. As things stand, this research has revealed a clear negative effect of a playing surface of artificial turf on the muscular-skeletal structure of young football players.

terreno naturale, non sempre perfettamente piano come quello sintetico, nell'insorgenza di traumi di tipo distorsivo. Quest'ultimo dato tuttavia contrasta con altri presenti in letteratura nei quali le lesioni alla caviglia risultano più frequenti su campo in erba sintetica^{5, 6}. Tali dati devono tuttavia essere presi in cauta considerazione a causa del ridotto numero di questo tipo di lesione in ogni studio eseguito.

I risultati di questo studio si inseriscono in un contesto di quasi totale assenza di letteratura sull'argomento. Purtroppo numerosi, e non facilmente annullabili, sono i limiti della ricerca. Esistono infatti differenze soggettive tra i vari atleti in studio, rappresentate dagli elementi che concorrono al fisiologico accrescimento caratteristico dell'età evolutiva. Ciò pone alcune difficoltà nella valutazione di una correlazione diretta tra tipologia del terreno di gioco e patologia tendinea o muscolare. Altro fattore confondente è sicuramente rappresentato dalla tipologia di scarpa utilizzata. Se, infatti, la superficie e la consistenza del terreno di gioco risultano diverse da quelle del terreno in erba naturale, è molto probabile che vi sia la necessità di adottare scarpini con tasselli idonei alle nuove superfici^{9, 11, 15}. Tuttavia sono ancora scarsi i dati che permettano di dare con certezza consigli al riguardo.

Si ritiene tuttavia, che il limite che maggiormente ha influenzato il presente studio sia rappresentato dall'intensità dell'allenamento a cui sono stati sottoposti i giovani calciatori. Benché il numero di sedute di allenamento e la durata delle stesse fosse uguale per le due squadre comparate, è possibile che il carico di lavoro durante l'allenamento fosse maggiore per gli atleti del gruppo A. Ciò potrebbe in parte spiegare la maggiore incidenza di lesioni muscolo-scheletriche tra gli atleti dell'anno 1994. Il campione dei soggetti è inoltre esiguo per potere trarre delle conclusioni certe, in particolare sui tempi di recupero e le recidive manifestate.

Questo studio rappresenta comunque un importante punto di partenza per l'esecuzione di futuri studi, sia trasversali, che eliminino ogni variabile, sia longitudinali, tali da ridurre l'importanza del fattore "accrescimento" nella genesi di patologie muscolo-tendinee. Dalla presente ricerca è infatti emerso un evidente effetto negativo del terreno di gioco in erba sintetica sulla struttura muscolo-scheletrica del giovane calciatore.

References/Bibliografia

- 1) Bocca B, Forte G, Petrucci F, Costantini S, Izzo P. Metals contained and leached from rubber granulates used in synthetic turf areas. *Sci Total Environ.* 2009;407: 2183-90
- 2) Claudio L. Synthetic turf: health debate

- takes root. *Environ Health Perspect.* 2008 Mar;116(3) A116-22.
- 3) Zhang JJ, Han JK, Zhang L, Crain W. Hazardous chemicals in synthetic turf materials and their bioaccessibility in digestive fluids. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2008 Nov; 18(6) 600-7

- 4) Meyers MC, Barnhill BS. Incidence, causes, and severity of high school football injuries on fieldturf versus natural grass: a 5-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2004 Oct-Nov;32(7) 2183-90
- 5) Ekstrand J, Timpka T, Häggglund M. Risk of injury in elite football played on artificial

turf vers
cohort
Dec;40(6)
Steffe
injury o
young f
Med. 20
7) Full
R. Com
and cau
and nev
and fem
injuries.
1:120-6.
8) Full
R. Com
and cau
and nev

Receive
Corresp
Galanti,

- turf versus natural grass: a prospective two-cohort study. Br J Sports Med. 2006 Dec;40(12) 975-80.
- 6) Steffen K, Andersen TE, Bahr R. Risk of injury on artificial turf and natural grass in young female football players. Br J Sports Med. 2007 Aug;41 Suppl 1:i33-7.
- 7) Fuller CW, Dick RW, Corlette J, Schmalz R. Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on grass and new generation artificial turf by male and female football players: Part 1: match injuries. Br J Sports Med. 2007 Aug;41 Suppl 1:i20-6.
- 8) Fuller CW, Dick RW, Corlette J, Schmalz R. Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on grass and new generation artificial turf by male and female football players: Part 2: training injuries. Br J Sports Med. 2007 Aug;41 Suppl 1:i27-32.
- 9) Ford KR, Manson NA, Evans BJ, Myer GD, Gwin RC, Heidt RS Jr, Hewett TE. Comparison of in-shoe foot loading patterns on natural grass and synthetic turf. J Sci Med Sport. 2006 Dec;9(6) 433-40.
- 10) Nigg BM, Segesser B. The influence of playing surfaces on the load on the locomotor system and on football and tennis injuries. Sports Med. 1988 Jun;5(6) 375-85.
- 11) Heidt RS Jr, Dormer SG, Cawley PW, Scranton PE Jr, Losse G, Howard M. Differences in friction and torsional resistance in athletic shoe-turf surface interfaces. Am J Sports Med. 1996 Nov-Dec;24(6) 834-42.
- 12) Stiles VH, James IT, Dixon SJ, Guisasaola IN. Natural turf surfaces: the case for continued research. Sports Med. 2009;39(1) 65-84.
- 13) Reid DC. Sports injury assessment and rehabilitation. Churchill Livingstone, N.Y., 1992.
- 14) Subotnick S.I. Sports medicine of the lower extremity. 2° ed. Churchill Livingstone U.S.A. 1999.
- 15) Ekstrand J, Nigg BM. Surface related injuries in soccer. Sports Med. 1989 Jul;8(1) 56-62.
- 16) Andersson H, Ekblom B, Krstrup P. Elite football on artificial turf versus natural grass: movement patterns, technical standards, and player impressions. J Sports Sci. 2008 Jan 15;26(2) 113-22.

Received on April 21, 2010 - Accepted for publication on May 3, 2010.

Corresponding authors: Autore di contatto: Dott.ssa V. Di Tante, C/o Agenzia di Medicina dello Sport, Direttore Prof. Giorgio Galanti, Viale Morgagni, 85 -50100 Firenze, Italia. E-mail: vditante@yahoo.it

