(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 600 900**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 05440**

(51) Int Cl⁴ : A 63 B 71/12.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 16 avril 1986.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 1 du 8 janvier 1988.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, établissement de caractère scientifique, technique et industriel et INSTITUT DES MATERIAUX COMPOSITES.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Jacques Roucou.

(73) Titulaire(s) :

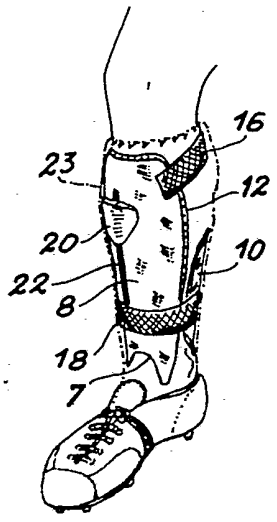
(74) Mandataire(s) : Brevatome.

(54) Dispositif de protection et/ou de maintien d'une partie d'un corps humain ou animal, notamment les jambes d'un joueur de football, et procédé de réalisation d'un tel dispositif.

(57) La présente invention a pour objet un dispositif de protection et/ou de maintien d'une partie d'un corps humain ou animal, notamment les jambes des joueurs de football.

Ce dispositif comporte au moins une coquille 8 couvrant la partie du corps à protéger, par exemple la partie antérieure d'une jambe 9. Cette coquille, très mince, est réalisée en un renfort fibreux imprégné d'une matrice organique. De préférence, la face interne de la coquille 8 est une réplique de la partie du corps à protéger tandis qu'un matériau amortisseur 12 est placé entre la face interne de la coquille 8 et la jambe; dans le cas particulier du football, on peut utiliser une masselotte 20 afin de modifier la frappe de la balle.

Application à la protection des sportifs et des travailleurs contre les chocs.



FR 2 600 900 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

DISPOSITIF DE PROTECTION ET/OU DE MAINTIEN D'UNE PARTIE D'UN CORPS HUMAIN OU ANIMAL, NOTAMMENT LES JAMBES D'UN JOUEUR DE FOOTBALL, ET PROCEDE DE REALISATION D'UN TEL DISPOSITIF

La présente invention a pour objet un dispositif permettant la protection et/ou le maintien d'une partie d'un corps humain ou animal et trouve une application intéressante pour la protection des membres des sportifs de haut niveau, notamment les jambes des joueurs de football ou d'autres parties du corps humain dans les sports de contact. Cependant d'autres applications sont possibles notamment pour protéger les travailleurs contre les risques de chocs.

A l'heure actuelle, l'évolution des conditions de jeu au cours des matches de football fait qu'on note des fractures au niveau du tibia et du péroné et des accidents tendineux au niveau du genou et des parties postérieures des chevilles, ces accidents survenant lors de contacts entre joueurs au cours de la partie même sans que les règles du jeu soient violées. C'est ainsi que les coups de pied (ou autres) sur le tibia et la partie postérieure des chevilles ne sont pas nécessairement sanctionnés par les arbitres alors qu'il en résulte parfois des accidents spectaculaires (déboîtement de la tête du péroné, arrachement ou distorsion des ligaments, rupture du tibia ou du péroné...). Dans ces conditions, les articulations, par exemple, sont doublement sollicitées mais, de plus, les guérisons deviennent de plus en plus longues et aléatoires. Il s'ensuit des conséquences sportives et économiques lourdes à gérer et, bien sûr, des conditions sportives de jeu qui évoluent dans le mauvais sens.

Les seules protections utilisées à l'heure actuelle se trouvent au niveau du tibia et parfois seulement au niveau des tendons postérieurs de la cheville-

le. Il n'existe à ce jour aucune règlementation pour les protections et on a mis au point des solutions plus ou moins artisanales. En ce qui concerne les protège-tibias, il existe essentiellement deux types de protection. Le premier type consiste en une coquille en matière plastique qui ne protège qu'une faible partie du tibia (environ 20 à 30% de la hauteur de la jambe, prise de la cheville au genou), car il s'agit de produits fabriqués en grande série. Le deuxième type de protection consiste en un bas textile qui permet de recevoir des languettes en matière plastique amovibles en position antérieure (protège-tibia), et éventuellement des bourrelets en tissu en position postérieure afin de protéger les tendons. Il existe encore des protections constituées par des feuilles de feutre ou d'autres matériaux absorbant les chocs que l'on place entre les bas du joueur et la jambe.

Toutes ces solutions sont inefficaces contre des traumatismes épidermiques (hématomes, arrachements de peau) mais, lorsque le contact est violent, elles sont encore inefficaces sur le plan mécanique car elles se déforment localement et glissent sur la jambe. De plus, elles ont des seuils de rupture assez bas, ce qui peut entraîner des lésions profondes de la jambe quand les bords de rupture rencontrent l'épiderme. Ces protections sont donc inefficaces contre les chocs, ce qui a amené certains joueurs à ne plus les utiliser parce qu'elles apportent une gêne plutôt qu'une protection. Une autre raison pour ne pas les utiliser est qu'elles ne sont pas personnalisées, ce qui, compte tenu des morphologies différentes des joueurs, amène des disparités de protection.

D'autres solutions ont été proposées qui font appel soit à des matériaux absorbeurs de chocs, soit à des protections mécaniques localisées. De toute façon,

pour les raisons indiquées plus haut, toutes ces protections sont soit inefficaces vis-à-vis des chocs violents, soit trop lourdes ou encombrantes.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients en proposant un dispositif de protection efficace, agréable à porter, et adapté à la morphologie de chaque joueur.

Le dispositif objet de l'invention, destiné à la protection et/ou au maintien d'une partie d'un corps humain ou animal, comporte, de manière connue, une coquille rigide ayant une face interne et une face externe.

Selon l'invention, la coquille est réalisée en un matériau composite et un matériau amortisseur est placé entre la face interne de la coquille et la partie du corps à protéger, l'amortisseur couvre la totalité de la face interne de la coquille et le dispositif présente une face externe et une face interne, cette dernière épousant la forme de la partie du corps à protéger.

Dans la présente description, on entend par "matériau amortisseur" un matériau qui peut s'écraser sous l'effet d'un choc afin d'absorber l'énergie du choc. Il existe des dispositifs constitués d'une chaussette présentant, en-dessous du genou, une poche pour la réception du protège-tibia. Dans ce cas, la chaussette est un simple support pour le protège-tibia et ne joue aucun rôle d'amortissement.

Le dispositif objet de l'invention remplit les trois fonctions suivantes : éviter les effets de poinçonnement dus aux chocs, répartir l'effort sur une grande surface et absorber l'énergie du choc. La première fonction est assurée grâce au fait que la coquille est réalisée en un matériau composite ou autre matériau équivalent présentant de hautes performances méca-

niques, c'est-à-dire un rapport résistance mécanique sur masse élevé. La deuxième fonction est assurée grâce au fait que la face interne du dispositif épouse la forme de la partie du corps à protéger : l'effort du au choc est ainsi réparti sur toute la surface recouverte par le dispositif. Enfin, l'énergie du choc est absorbée par le matériau amortisseur.

Dans le mode de réalisation préféré, la face interne de la coquille est une réplique de la partie du corps à protéger.

L'expression "réplique de la partie du corps à protéger" signifie que la face interne de la coquille reproduit exactement, mais en négatif, la forme de la partie du corps à protéger, que la face interne de la coquille peut s'appliquer exactement sur cette partie du corps.

Dans ce cas, la deuxième fonction mentionnée ci-dessus (répartition de l'effort sur une grande surface) est assurée par la coquille elle-même puisque c'est sa face interne qui épouse la forme de la partie du corps à protéger, l'amortisseur servant uniquement à absorber l'énergie du choc. Comme on le verra plus loin, dans une variante de réalisation du dispositif, la face interne de la coquille n'est pas une réplique de la partie du corps à protéger : dans ce cas, c'est l'amortisseur qui remplit la deuxième fonction, sa face en contact avec la partie du corps à protéger épousant cette dernière.

Selon un autre aspect de l'invention, le matériau constitutif de la coquille peut être un renfort fibreux imprégné d'une matrice organique. De préférence, le renfort fibreux est choisi parmi le verre, le carbone, le bore et l'aramide, tandis que la matrice organique est choisie parmi les résines époxydes, polyesters, vinylesters, les phénolformaldéhydes, les

résines phénoliques et les résines furaniques. Quant au matériau amortisseur, on utilise de préférence un dérivé organique cellulaire souple collé en plaque ou obtenu par moulage par injection, par exemple : le caoutchouc cellulaire, le polyuréthane souple, le polyéthylène cellulaire, ou la mousse de polychlorure de vinyle.

Un tel dispositif peut être notamment utilisé comme protection d'une jambe et, dans ce cas, peut être réalisé soit en deux parties séparées, soit en une seule pièce. Dans le premier cas, une partie est placée sur la partie antérieure de la jambe afin de protéger le tibia, tandis que l'autre partie se trouve sur la partie postérieure de la jambe afin de protéger les tendons. Si le dispositif est réalisé en une seule pièce, il couvre à la fois la partie antérieure de la jambe, protégeant ainsi le tibia, et au moins partiellement la partie postérieure afin de protéger le tendon.

Dans certains cas, et notamment dans le cas des joueurs de football, il peut être intéressant de monter sur cette protection une masselotte additionnelle permettant de modifier la frappe de la balle par équilibrage de la masse supplémentaire constituée par cette protection, qui toutefois reste faible et peut être évaluée par calcul. On peut donc prévoir une masselotte montée sur la coquille et, éventuellement, une rainure permettant le coulissement et le positionnement de cette masselotte additionnelle.

L'invention a également pour objet un procédé de réalisation d'un tel dispositif. Selon la principale caractéristique de ce procédé, celui-ci comprend les étapes suivantes consistant à :

- réaliser une empreinte de la partie du corps à protéger,

- réaliser un contremoule à partir de cette empreinte, et
- réaliser la coquille à partir du contremoule.

Pour réaliser l'empreinte, on place un matériau d'épaisseur donnée, sensiblement égale à l'épaisseur de l'amortisseur, sur la partie du corps à protéger et on laisse ensuite durcir ce matériau : on obtient ainsi une empreinte ayant une face interne et une face externe, la face interne étant celle qui a été en contact avec la partie du corps à protéger. Pour réaliser le contremoule, on place le matériau constitutif du contremoule en contact avec la partie externe de l'empreinte et on laisse durcir ce matériau. Pour réaliser le contremoule, on peut utiliser soit un tissu fibreux, soit du plâtre. Quant à la réalisation de la coquille à partir du contremoule, elle se fait en plaçant le matériau constitutif de la coquille en contact avec le contremoule, le matériau étant découpé exactement aux dimensions de la partie du corps à protéger, puis en laissant durcir ce matériau. Si l'on désire réaliser une coquille avec une rainure permettant le coulissement d'une masselotte, on place entre le contremoule et le matériau constitutif de la coquille une baguette de dimensions appropriées.

L'invention apparaîtra mieux à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre purement illustratif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique de face d'un dispositif conforme à l'invention, placé sur la jambe d'un joueur de football,
- la figure 2 est une vue latérale du dispositif de la figure 1,
- la figure 3 est une vue semblable à la figure 2 montrant comment on peut placer une masselotte additionnelle sur le dispositif,

- la figure 4 est une vue schématique en perspective montrant comment on peut prévoir une rainure pour que la masselotte puisse coulisser,

- la figure 5 est une vue schématique en coupe du dispositif de la figure 4,

- les figures 6a et 6b sont des vues latérales du côté interne et du côté externe d'une jambe d'un joueur de football, respectivement, montrant comment, dans le dispositif de l'invention, la coquille peut être réalisée en une seule pièce,

- la figure 7 est une vue schématique latérale montrant une variante de réalisation dans laquelle les coquilles sont réalisées sous forme de secteurs tronconiques,

- les figures 8a à 8d sont des vues schématiques en coupe montrant les différentes étapes du procédé de réalisation d'un dispositif selon l'invention, et

- la figure 9 est une vue schématique en perspective montrant comment on réalise l'étape illustrée à la figure 8a.

Les figures 1 et 2 montrent une première variante de réalisation adaptée à la protection de la jambe d'un joueur de football. On voit sur ces figures que le dispositif de l'invention, portant la référence générale 2, se compose d'une partie antérieure 4 protégeant le tibia et d'une partie postérieure 6 protégeant le tendon. Chacun des éléments 4 et 6 se compose d'une coquille ou orthèse respectivement 8 et 10, tandis qu'un matériau amortisseur 12, 14 se trouve entre chacune des coquilles 8, 10 et la peau. La coquille 8 est fixée à la jambe par une attache rapide 16, tandis qu'une autre attache 18 permet de maintenir simultanément la coquille avant 8 et la coquille arrière 10.

La forme de la coquille est déterminée de manière à protéger la plus grande surface possible en

tenant compte des probabilités de choc au cours d'un match et sans entraver les mouvements au cours de la partie. En analysant le jeu de football à haut niveau et en interrogeant les joueurs internationaux, il est apparu que ceux-ci souhaitaient disposer d'une protection couvrant la majeure partie de la jambe, de la base inférieure du genou jusqu'à la cheville, ainsi que latéralement sur la partie externe de la jambe et postérieurement au niveau du talon d'Achille. On a également analysé des matches où les contacts entre joueurs étaient sévères (ce qui entraînait des arrêts de jeu et des soins) et a permis de constituer une carte des probabilités de contacts et de chocs sur les parties antérieure et postérieure de la jambe : on a ainsi déterminé la surface "efficace" de la jambe à protéger. Pour les joueurs "avant" et "demi", les coups sont reçus avec la plus grande probabilité par l'arrière, au niveau des tendons postérieurs et des chevilles et, avec une probabilité moindre, latéralement sur la partie externe de la jambe. Pour les joueurs "arrière" et le gardien de but, les coups sont plutôt reçus par l'avant.

Quand on examine l'anatomie osseuse et musculaire d'une jambe, on s'aperçoit alors qu'il faut protéger mécaniquement les parties osseuses et les tendons à tous les niveaux où peut se situer le contact. En effet, il est très difficile de modéliser mécaniquement les effets sur la jambe quand un choc s'opère localement, car tout dépend des appuis du joueur au moment du choc. Il est donc nécessaire d'optimiser la protection de la jambe en protégeant la plus grande surface possible et en maximisant l'énergie de contact au niveau de la protection. Toutefois, il ne faut pas non plus perturber la technique du joueur et notamment gêner les mouvements du genou et des chevilles. Le dispositif

objet de l'invention permet de concilier ces trois exigences : surface optimale de protection, absorption maximale de l'énergie de déformation due aux chocs et dégagement des axes d'inertie au niveau du genou et de la cheville. Ceci est réalisé grâce au fait que, dans le dispositif de l'invention, la forme de la coquille couvre une très grande surface et grâce à la présence du matériau amortisseur qui encaisse et répartit l'énergie du choc. Les coquilles antérieure et postérieure apportent une rigidité mécanique suffisante pour éviter les effets de poinçonnement dus au choc et ont également une résistance mécanique suffisante pour diminuer les risques de rupture.

Comme ces coquilles enveloppent une grande surface, elles permettent de réaliser des appuis mécaniques particulièrement intéressants (par exemple les malléoles et le plateau tibial pour la coquille antérieure). Dans ces conditions, et compte tenu de la rigidité liée à l'emploi de matériaux composites bien adaptés, les coquilles ne relèvent pas et répartissent l'effort local sur une surface importante. De plus, ces coquilles portent sur des masses musculaires (les deux massifs latéraux soléaires) qui représentent des surfaces d'appui et ont une fonction d'amortisseur de choc. Ceci est particulièrement vrai pour la coquille ou orthèse postérieure. Le fait que les deux orthèses soient attachées à la jambe par des attaches rapides et légères et le fait qu'elles présentent des évidements au niveau des tendons antérieur et postérieur dans le plan sagittal (par exemple, l'évidement 7 visible sur les figures 2 à 4) laissent à la jambe le maximum de liberté. Les coquilles sont autobloquantes sur la jambe grâce à leur forme qui épouse les courbures anatomiques puisque, dans le mode préféré de réalisation, leur face interne est une réplique de la partie du corps à proté-

ger, et grâce à la forme des amortisseurs. En effet, la forme et la dimension des amortisseurs fait que ceux-ci sont au contact de la peau quand les coquilles sont en place. Même dans le cas où la face interne des coquilles est une réplique de la partie du corps à protéger, les amortisseurs contribuent à répartir l'énergie du choc puisque leur très grande souplesse leur permet d'épouser au mieux les singularités des courbures anatomiques du joueur en cours de jeu. C'est la face de l'amortisseur en contact avec la partie du corps à protéger qui constitue la face interne du dispositif, la face externe de celui-ci étant constituée par la face externe de la coquille.

La figure 3 montre que, dans certains cas, on peut ajouter au dispositif de l'invention une masselotte additionnelle 20. Le rôle de cette masselotte est de modifier la frappe de la balle. En effet, dans le cas particulier du football, les joueurs arrière et le gardien de buts ont besoin d'une frappe longue afin d'envoyer la balle le plus loin possible tandis que les joueurs "avant" et "demi" ont besoin d'une frappe sèche et précise. L'utilisation d'une masselotte additionnelle comme celle illustrée à la figure 3 permet de parfaire la qualité technique individuelle du joueur en équilibrant la masse totale (jambe plus dispositif de l'invention) en mouvement dynamique autour de son point de rotation instantané au moment de la frappe de la balle. Suivant les cas, la masselotte 20 peut être placée à demeure ou, comme cela apparaît bien sur la figure 4, on peut prévoir une rainure 22 qui permet le coulissement de la masselotte 20 : le joueur peut donc la mettre exactement à l'endroit désiré. La masselotte 20 est dimensionnée en fonction de la valeur sportive du joueur, de sa masse athlétique et de considérations dynamiques concernant la touche et la frappe de la bal-

le. La présence de cette masselotte est très intéressante sur le plan de l'ergonomie sportive car elle permet une meilleure qualité de jeu et également un meilleur confort du joueur tout au long d'un match en contribuant à optimiser la répartition de l'effort sur les muscles et les tendons.

La figure 4 montre également comment est placé le dispositif de l'invention, en contact avec la peau et à l'intérieur du bas 23 du joueur.

La disposition des différents éléments du dispositif de l'invention est également visible sur la vue en coupe de la figure 5 où l'on retrouve la coquille antérieure 8 séparée de la jambe 9 par l'amortisseur 12 et la coquille postérieure 10 séparée de la jambe par l'amortisseur 14. On voit également la masselotte 20 mobile le long de la rainure 22. La coquille antérieure 8 a une face interne 11 et une face externe 13. La face interne 11 est celle qui est en contact avec la jambe (avec interposition de l'amortisseur 12) et sa forme est une réplique de la partie de la jambe sur laquelle elle est placée. On obtient ainsi un meilleur confort et un meilleur maintien puisque la coquille peut être placée exactement à l'endroit voulu sur la jambe. Bien entendu, il en est de même pour la coquille postérieure 10.

Dans le cas des figures 1 à 5, le dispositif de l'invention se compose de deux parties indépendantes 4 et 6, comme cela a été décrit plus haut. Cependant, on ne sortirait pas du cadre de l'invention en utilisant une coquille réalisée d'un seul bloc, comme cela est illustré aux figures 6a et 6b. Dans ce cas, le dispositif se compose d'une seule coquille 24 ayant une partie antérieure 26 protégeant le tibia et une partie postérieure 28 protégeant le tendon. Les parties 26 et 28 sont disposées comme les coquilles 8 et 10 de la

figure 2, mais sont reliées par une partie intermédiaire 30 de manière à ne former qu'une seule pièce. La figure 6a représente le côté interne de la jambe et la figure 6b le côté externe (dans le cas des figures 6a et 6b, il s'agit d'une jambe gauche). On voit que, dans le mode de réalisation préféré, la partie 30 se trouve du côté externe, mais on ne sortirait pas du cadre de l'invention en la mettant du côté interne.

Dans le cas des figures 1 à 6, les coquilles ont des bords en forme de courbes gauches, mais on ne sortirait pas du cadre de l'invention en réalisant les coquilles sous forme de secteurs tronconiques à bords rectilignes comme les coquilles 8a et 10a illustrées à la figure 7. Dans ce cas, la face interne de la coquille n'est pas une réplique de la partie du corps à protéger et la fonction de répartition d'effort est entièrement assurée par le matériau amortisseur. Cependant, on obtient une protection aussi efficace et cette variante permet de simplifier la production.

Il est à noter que, dans ce cas, il est possible de réaliser une injection de mousse (matériau amortisseur alvéolaire) entre la coquille et la jambe : ceci permet d'obtenir, au niveau de la surface interne de l'amortisseur, la réplique de la partie du corps à protéger.

Les coquilles sont réalisées en un matériau composite constitué d'un renfort fibreux imprégné d'une matrice organique, mais on peut utiliser d'autres matériaux pourvu qu'ils soient légers et présentent de hautes performances mécaniques, c'est-à-dire que le rapport résistance mécanique sur masse soit le plus élevé possible. On peut par exemple réaliser le renfort fibreux en tissu 2D ou $2D^{1/2}$ moulé sur des empreintes reproduisant l'anatomie externe de la jambe, comme cela sera expliqué plus loin lorsqu'on décrira le procédé de

réalisation du dispositif. Les fibres peuvent être des fibres de verre, de carbone, de bore ou d'aramide utilisées seules ou encore sous forme de bas tissés ou sous forme de renforts hybrides. Quant à la matrice organique, elle est de préférence constituée par des résines qui peuvent être des résines époxydes, polyesters, vinylesters, des phénolformaldéhydes, des résines phénoliques ou furaniques.

A titre d'exemple, on a réalisé un tel dispositif en calculant la résistance mécanique de façon à soutenir sans poinçonnement, ni rupture, des chocs ayant une énergie surfacique de 5 Joules/cm^2 sur une surface de 10 cm^2. Ceci correspond à une énergie transmise, lors du contact, du pied d'un joueur sur une orthèse, quand celui-ci, pesant 80 kg, est lancé à la vitesse de 10 m/s, la surface exposée au choc étant d'environ 10 cm^2. Ces calculs permettent de déterminer et d'optimiser les orientations et le nombre de couches de tissus composites afin de satisfaire non seulement les paramètres mécaniques mentionnés ci-dessus, mais encore les paramètres de masse. En effet, comme cela a été dit plus haut, pour être agréable à porter, la protection doit être légère et on a cherché à ne pas dépasser une masse d'environ 100 grammes par jambe. On a réalisé un dispositif conforme à celui illustré aux figures 1 à 5, ce qui représentait une masse d'environ 50g par jambe et un dispositif selon la figure 6 qui représentait une masse d'environ 100g par jambe. Dans l'exemple décrit ici, on a utilisé pour réaliser les coquilles un tissu 2D en "KEVLAR"® préimprégné avec la résine époxyde référence 145/2/54/788 commercialisé par la Sté BROCHIER. Il s'agit d'une résine époxyde de type 145 2 avec 54% en poids de résine. Le tissu était un tissu "KEVLAR"® équilibré type 788. On a utilisé 5 couches de tissu, celui-ci étant orienté de l'extérieur

de l'orthèse vers l'intérieur. Les orientations étaient les suivantes : 0 et 90° pour la première couche, ± 45° pour la deuxième couche, 0 et 90° pour la troisième couche, ± 45° pour la quatrième couche et 0 et 90° pour la cinquième couche. Lors du moulage, l'extérieur de ce tissu fibreux imprégné de résine est revêtu d'un gel. Le moulage a été réalisé en utilisant la technique par drapage et imprégnation au sac sous vide sur une empreinte en creux de la jambe. Ces techniques sont connues de l'homme du métier et ne seront pas décrites en détail ici. On réalise ensuite la polymérisation de la résine qui se fait en étuve sous vide (0,8 torr soit $1,07.10^2$ Pa) selon le profil de température suivant : montée de 20°C à 135°C (avec une tolérance de 5°C en plus et de 10°C en moins) en 60 minutes, puis maintien à cette température comprise entre 125 et 130°C pendant 90 minutes et, enfin, refroidissement jusqu'à une température de 20°C pendant 40 minutes. Le produit obtenu est ébarbé à la meule afin d'obtenir le contour définitif voulu. Pour cela, on peut utiliser comme modèle l'empreinte qui a servi à fabriquer le contremoule, comme cela sera décrit ci-dessous lors de la description du procédé de réalisation.

Quant à l'amortisseur, il est appliqué par collage sur la surface interne des coquilles. Pour cela, on peut utiliser toute colle appropriée, par exemple la colle BOSTIC commercialisée par la Société JAVAUX et Cie. Comme cela apparaît notamment sur les figures 1 à 5, la surface de l'amortisseur est prévue légèrement plus grande que celle de la coquille afin de laisser un débord périphérique : ainsi, le bord des coquilles n'appuie pas contre la peau. Parmi les matériaux possibles pour réaliser ces amortisseurs, on peut utiliser le caoutchouc cellulaire, le polyuréthane souple et le polyéthylène cellulaire. Cependant, on peut

utiliser tout matériau souple et léger, facile à mettre en forme, collable, imputrescible et étanche à l'air et à l'eau qui a des propriétés d'amortisseur de chocs. Dans l'exemple qui a été réalisé, on a utilisé des matériaux de type polyéthylène cellulaire en qualité D et A commercialisés par la Société JAVAUX et Cie. Ces matériaux sont imputrescibles et étanches à l'air et à l'eau. Un tel amortisseur placé entre la coquille et la jambe permet l'absorption du choc et la transmission de celui-ci sur une surface importante et non pas localement. La protection découple alors mécaniquement l'impulsion de choc par un effet surfacique et affaiblit nettement les effets au niveau des articulations supérieures (ligaments croisés du genou) et même au niveau des articulations fémurales. Dans certains cas, le matériau amortisseur peut être mis en place directement par moulage par injection entre la partie du corps à protéger et un contre-moule. Le matériau étant à une température relativement élevée (de l'ordre de 40 à 50°C), on utilise un tissu pour protéger la peau.

Quant aux masselottes illustrées aux figures 3, 4 et 5, celles-ci sont positionnées sur la face externe des coquilles, éventuellement à l'aide de glissières ménagées sur celles-ci, ce qui permet un positionnement précis. On peut également, sans sortir du cadre de l'invention, ne pas utiliser de glissière et fixer la masselotte avec de simples attèles. Pour réaliser ces masselottes, on peut utiliser par exemple un mélange de résines époxydes ou autres polymères et de poudres métalliques (plomb, étain...) qui lui confère une forte densité et une mise en forme facile dans des moules standards.

Ces masselottes peuvent être dimensionnées à la demande, leur forme et leurs dimensions résultant d'une étude ergonomique effectuée en cours de jeu. Pour

cela, il faut prendre en compte notamment la masse athlétique du joueur et la nature de son poste sur la terrain. Il est à remarquer que, dans le cas d'utilisation d'un dispositif de protection selon l'invention pour la sécurité du travail, ces masselottes sont inutiles et il est donc inutile de prévoir des glissières sur les coquilles. Dans le mode préféré de réalisation, ces masselottes sont placées et réglées en hauteur sur les coquilles antérieures d'après des indications médicales et sportives et les propres souhaits du joueur intéressé. Cependant, on ne sortirait pas du cadre de l'invention en plaçant la masselotte à un autre endroit, si cela s'avèrait intéressant. Quant aux glissières, celles-ci ont la forme de rainures d'une profondeur de l'ordre de 1,5 mm et sont formées à l'aide de baguettes de verre mises en place dans le contremoule lors de la fabrication de la coquille, comme cela sera expliqué ci-dessous.

On va maintenant décrire le mode de réalisation du dispositif de l'invention en référence aux figures 8a à 8d et 9. On commence par réaliser une empreinte de la partie de jambe à protéger. On peut utiliser à cet effet des feuilles thermoformables calibrées en épaisseur constante. L'empilement 32 de feuilles (figure 8a) est mis en forme sur la jambe à la température de ramollissement, qui est de 50°C, puis on les laisse durcir à la température ambiante afin d'obtenir l'empreinte. Il est à noter qu'en raison de la température élevée des feuilles 32, on place sur la jambe un tissu, par exemple un bas de jersey, afin de protéger la peau.

On voit sur la figure 9 que l'empilement 32 est placé sur la partie antérieure de la jambe 9 pour réaliser l'empreinte servant à faire la coquille antérieure et qu'on découpe cet empilement suivant la ligne

en traits interrompus 31 qui correspond exactement à la partie de jambe à protéger. On procède de la même façon pour l'empreinte servant à faire la coquille postérieure et il en est de même lorsque la coquille est réalisée en une seule partie, comme cela est illustré à la figure 6.

On obtient ainsi une empreinte 32 présentant une face interne 33 et une face externe 35 (figure 8a), la face 33 étant celle qui était en contact avec la peau. L'étape suivante consiste à réaliser un contremoule à partir de cette empreinte. Pour cela, on peut utiliser des tissus de fibres de verre mélangées à de la résine époxyde ayant une basse température de polymérisation (50°C). Comme cela est illustré à la figure 8b, on place le tissu 34 sur la face externe de l'empreinte, on le met en forme et on le polymérise. On obtient ainsi un contremoule 34 ayant une face interne 37 et une face externe 39. L'empreinte 32 ayant été réalisée aux dimensions exactes de la surface à protéger, on réalise le contremoule de sorte qu'il ait des dimensions supérieures à celles de l'empreinte, et on trace sur sa face interne 37 un repère correspondant à la périphérie de cette empreinte. Eventuellement, au lieu de réaliser le contremoule par mise en forme de tissus polymérisables, on peut le réaliser par moulage au plâtre liquide de l'empreinte dans une boîte à mouler, ou tout autre produit (résines organiques par exemple).

L'étape suivante, illustrée à la figure 8c, consiste à placer à l'intérieur du contremoule, en contact avec la face interne 37 de celui-ci, les tissus 36 devant servir à réaliser la coquille elle-même. Eventuellement, si la coquille est destinée à recevoir une glissière pour une masselotte mobile, on place, au fond du contremoule, une baguette en verre ayant la forme et

les dimensions de la rainure à réaliser. On procède ensuite à la polymérisation des tissus et on met la coquille aux dimensions voulues, par exemple par un ébarbage à la meule. Pour cela, on peut utiliser comme modèle l'empreinte 32 qui a exactement les dimensions de la coquille à réaliser. Une fois celle-ci terminée, il ne reste plus qu'à mettre le matériau amortisseur 40 en le collant sur la face interne de la coquille comme cela est illustré à la figure 8d.

On comprend que ce procédé permette d'obtenir une coquille avec amortisseur dont la face interne est une réplique de la partie du corps à protéger. En effet, l'empilement 32 servant à réaliser l'empreinte a une épaisseur constante, qui est celle de l'amortisseur. On voit d'après la figure 8b que la face interne 37 du contremoule est une réplique exacte de la face externe de l'empreinte et il en est de même de la face externe de la coquille comme cela apparaît sur la figure 8c. L'épaisseur de l'ensemble constitué par la coquille 36 et l'amortisseur 40 est sensiblement égale à celle de l'empreinte 32 car l'épaisseur de la coquille est faible. L'épaisseur de cet ensemble étant constante, la face interne de l'amortisseur est pratiquement identique à la face interne 33 de l'empreinte 32. Comme cette dernière était en contact avec la jambe lors de la prise d'empreinte, la face interne de l'amortisseur est donc une réplique de la partie du corps à protéger. On peut considérer qu'il en est de même de la face interne de la coquille car, celle-ci et l'amortisseur ayant des épaisseurs constantes mais faibles, leurs faces internes et externes sont pratiquement identiques. De toute façon, les différences sont minimes et sont absorbées par le matériau amortisseur. Il en est de même de la surépaisseur due à la présence de la baguette 38 car cette surépaisseur est très faible.

Le dispositif de protection selon l'invention présente des avantages particulièrement intéressants dont le premier et qu'il est agréable à porter parce qu'il est léger et mince. En effet, l'épaisseur des coquilles est très faible, généralement inférieure à 1 mm. De plus, le dispositif peut être adapté à l'anatomie de chaque personne. Les hautes propriétés mécaniques de la coquille conduisent à une protection très efficace et la présence du matériau amortisseur entre la coquille et la peau permet une bonne répartition de l'énergie du choc et évite des traumatismes ou hématomes au point de contact.

Quant aux applications, elles sont nombreuses et variées et ne se limitent pas au seul jeu de football. On peut utiliser le dispositif de l'invention dans d'autres sports où les contacts sont fréquents, tels que le rugby, le basket-ball, le hockey et le football américain, le dispositif étant réalisé en fonction de la partie du corps à protéger. En dehors du domaine sportif, de telles protections peuvent être utilisées dans le cadre de la sécurité du travail pour la protection des jambes ou autres parties du corps de travailleurs qui risquent d'être soumis à des chocs. Elles peuvent également être utilisées pour protéger certaines parties du corps d'un animal contre des chocs éventuels. Enfin, le dispositif de l'invention peut être utilisé à des fins orthopédiques pour des personnes handicapées. Il existe à l'heure actuelle, pour les personnes handicapées ou paralysées des jambes par exemple, des appareils à moteur permettant le maintien du membre paralysé et le déplacement de la personne. Cependant, ces dispositifs sont assez lourds, tandis que les protections selon l'invention sont légères et ont une excellente résistance mécanique. On peut placer de telles orthèses sur le membre paralysé afin de maintenir celui-ci, les moteurs étant alors directement couplés avec ces orthèses.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de protection et/ou de maintien d'une partie d'un corps humain ou animal comportant au moins une coquille rigide (8) ayant une face interne (11) et une face externe (13), caractérisé en ce que la coquille (8) est réalisée en un matériau composite et en ce qu'un matériau amortisseur (12) est placé entre la face interne (11) de la coquille (8) et ladite partie du corps à protéger, l'amortisseur (12) recouvrant en totalité la face interne de la coquille, le dispositif présentant une face externe et une face interne, cette dernière épousant la forme de la partie du corps à protéger.

2. Dispositif de protection selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau constitutif de la coquille (8) est un renfort fibreux imprégné d'une matrice organique.

3. Dispositif de protection selon la revendication 2, caractérisé en ce que le matériau constitutif du renfort fibreux est choisi dans le groupe constitué par : le verre, le carbone, le bore, l'aramide.

4. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le matériau constitutif de la matrice organique est choisi dans le groupe constitué par : les résines époxydes, les résines polyesters, les résines vinylesters, les résines phénolformaldéhydes, les résines phénoliques et les résines furaniques.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la face interne (11) de la coquille (8) est une réplique de la partie (9) du corps à protéger.

6. Dispositif selon l'une quelconque des

revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le matériau amortisseur est un dérivé organique cellulaire souple.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le matériau amortisseur est choisi dans le groupe constitué par : le caoutchouc cellulaire, le polyuréthane souple, le polyéthylène cellulaire et la mousse de polychlorure de vinyle.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que le matériau amortisseur est collé en plaques.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que le matériau amortisseur est mis en place par moulage par injection.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, permettant la protection et/ou le maintien d'une jambe (9).

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il est réalisé en deux parties séparées (4, 6).

12. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il est réalisé en une seule pièce.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte une masselotte additionnelle (20) montée sur la coquille (8).

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que la coquille (8) comporte une rainure (22) permettant le coulissement de la masselotte additionnelle (20).

15. Procédé de réalisation d'un dispositif de protection et/ou de maintien selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes consistant à :

a) réaliser une empreinte (32) de la partie (9) du corps à protéger ;

b) réaliser un contremoule (34) à partir de cette empreinte (32) ; et

c) réaliser la coquille (8) à l'aide du contremoule (34).

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la réalisation du contremoule (34) comprend les étapes suivantes consistant à :

1) placer des tissus polymérisables en épaisseur donnée sur la face externe de l'empreinte (32) ; et

2) polymériser ces tissus.

17. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la réalisation du contremoule se fait par moulage de l'empreinte (32) dans du plâtre.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, caractérisé en ce que la réalisation de la coquille (8) comporte les étapes suivantes consistant à :

3) placer des tissus polymérisables en épaisseur donnée sur la face interne (37) du contremoule (34), et

4) polymériser ces tissus.

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, caractérisé en ce que, la coquille (8) devant comporter une rainure (22) pour une masselotte additionnelle (20), on place une baguette (38) ayant la forme et les dimensions de la rainure en contact avec le contremoule (34) à l'endroit désiré avant d'effectuer l'étape (c).

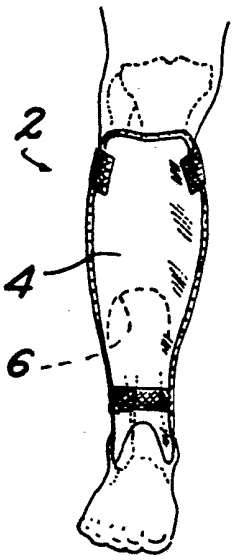


FIG. 1

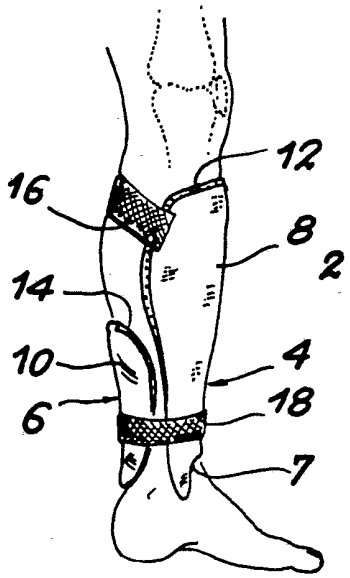


FIG. 2

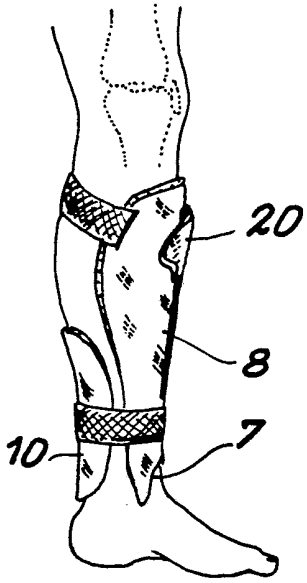


FIG. 3

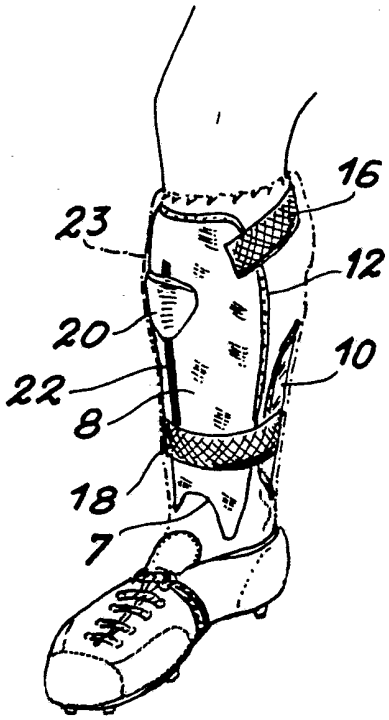


FIG. 4

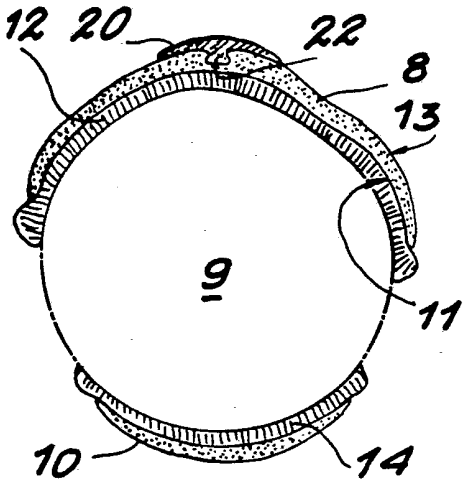


FIG. 5

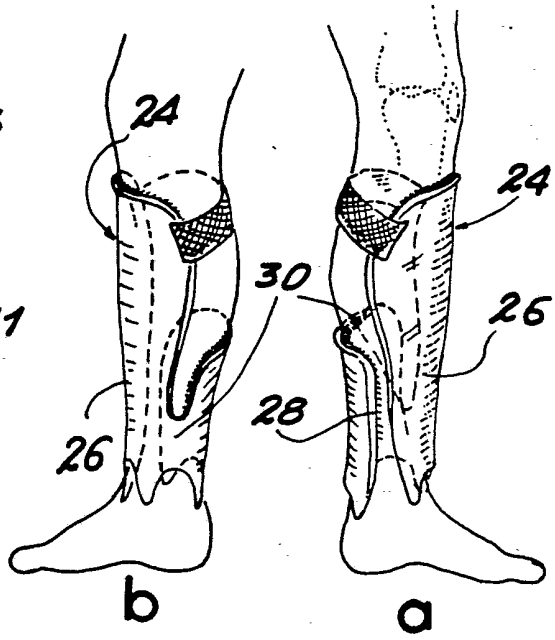
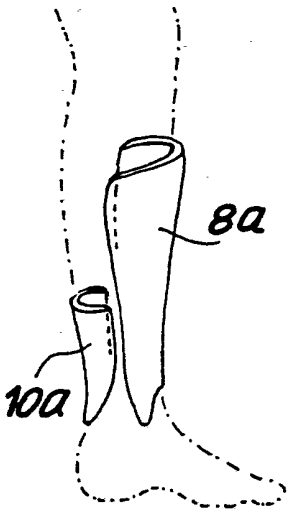


FIG. 6

FIG. 7



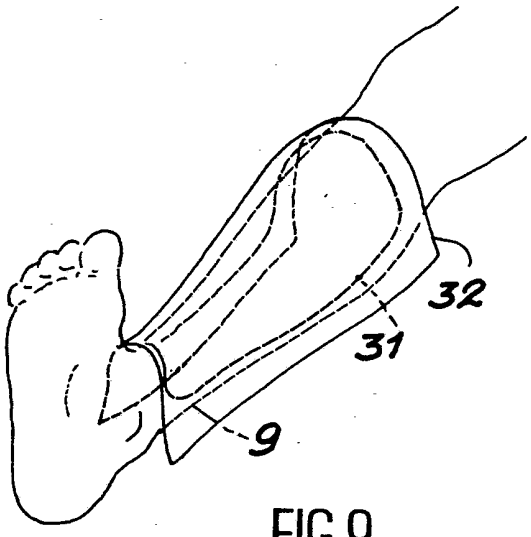


FIG 9

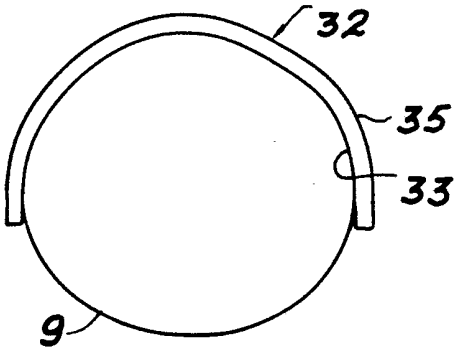


FIG. 8a

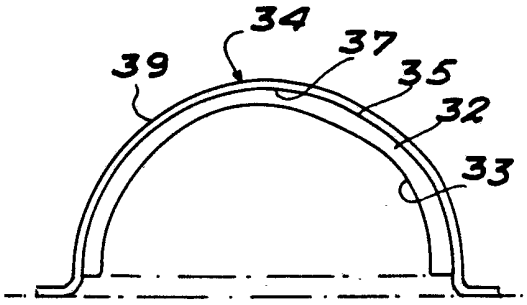


FIG. 8b

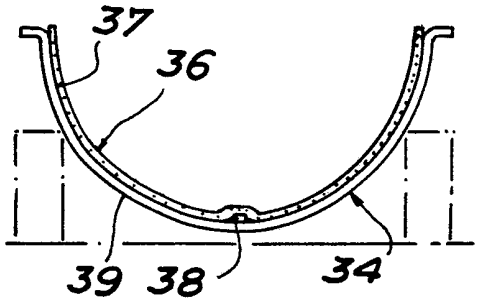


FIG. 8c

FIG. 8d

