

STATE OF THE ART ON THE EXTREMITIES

P. RABISCHONG; F. BONNEL -

La multiplication des moyens de communication routière et la vitesse croissante des véhicules font apparaître une augmentation rapide du nombre de traumatisme des membres.

Au début du siècle, la nature des traumatismes au demeurant grave était en général unique.

C'est en 1934 que Henry et Bayani mettent l'accent sur une association lésionnelle luxation de la hanche et fracture homolatérale de la diaphyse fémorale.

Egalement en 1951:

Cauchoux et Trunchet décrivent l'association de fracture luxation de hanche et lésion du genou.

Les associations lésionnelles se multipliant, de nombreuses études ont été faites destinées à minimiser les conséquences des accidents de circulation et à définir un mode de protection efficace. Parmi les auteurs, il faut citer Aldman, Kulowsky, Lissner et Patrick.

La fréquence des lésions en fonction du moyen de locomotion a été analysée dans un centre chirurgical de Heidelberg pour la période de 1952 à 1958 et se répartit de la façon suivante : (voir tableau page 12) d'où il ressort que les lésions des membres inférieurs et les accidents dus aux motocycles sont les plus nombreux.

Cependant, quelques correctifs sont à apporter si l'on tient compte de la vitesse du véhicule, en effet

- dans les parcours sans limitation de vitesse :
 - les lésions du membre supérieur sont de 23,9 %
 - les lésions du membre inférieur de 34,6%.
- dans les parcours avec limitation de vitesse
 - le nombre des lésions du membre supérieur est porté à 19,6% et celles du membre inférieur à 36,2%.

Il apparaît donc que le nombre de lésions est moindre dans les axes à vitesse limitée. Sur l'ensemble des lésions des membres supérieur et inférieur, on relève un gain de 12,7 %.

Le niveau des lésions au membre supérieur prédomine aux mains et aux épaules. Au membre inférieur la situation est différente et les localisations préférentielles sont celles du genou, du fémur et du tibia.

En accord avec Kirkup sur les 60% de fractures survenant au cours des accidents de circulation, les motocyclistes payent, avec 37%, un

lourd tribut.

Pour les lésions au cours des accidents de voiture la nature de l'impact a son importance comme en témoignent les pourcentages suivants (Kulowky).

- accident de face	71%
- accident de côté	8%
- accident de l'arrière	3%
- sortie de route	18%

Quant à la place occupée à l'intérieur de l'habitacle, les lésions observées vont en décroissant du conducteur avec 52% au passager avant droit avec 37% et au passager arrière avec 11%.

Mécanisme des lésions du Membre Inférieur.

Parmi les lésions observées, le pied occupe une place à part car bien que protégé artificiellement par la chaussure, il ne résiste pas aux chocs transmis par le plancher ou aux écrasements.

Ce sont les métatarsiens qui sont les plus fréquemment atteints. leurs fractures ont deux mécanismes, soit par écrasement, soit par choc antépostérieur avec rupture par flambage.

Luxation de l'articulation de Lisfranc :

Ce type de lésion demeure rare, puisque sur une période étalée de 1945 à 1973 dans le service du Professeur Carabalona à Montpellier, nous n'avons observé que 30 cas dont 15 au cours d'accident du trafic. Néanmoins, il semblerait que les modifications des conditions de circulation entraînent une augmentation de leur fréquence : 10 cas sont relevés de 1968 à 1973. Tausig sur 21 cas en retrouve 6 survenus dans un accident de circulation.

Les mécanismes sont complexes à reproduire en laboratoire, car il est difficile de simuler ou de reproduire les tensions musculaires ou les contractions violentes qui précèdent ou accompagnent le traumatisme.

Deux conditions prédisposantes sont retrouvées dans les cas observés. En cas d'accident d'automobile, la position du pied au plancher ~~et~~ au décours d'accidents de motocycles avec fixation de l'avant-pied dans un cale pied. Qu'il s'agisse d'accident d'automobile ou de motocycle, la compression dans le sens antéropostérieur du pied n'entraîne pas de luxation sauf en cas de fracture de la base du deuxième métatarsien. La luxation ne se produit que si un effort de torsion survient.

Dans certains cas les chocs n'aboutissent pas à la luxation et seuls existent des lésions ligamentaires réalisant des entorses graves qu'il faut savoir rechercher par des manoeuvres de valgus ou de varus de l'avant-pied.

Les lésions du scaphoïde :

Placé au milieu de l'arche, le scaphoïde supporte tous les efforts et se comporte comme le noyau de cerise pressé entre deux doigts. Il s'ensuit l'apparition d'un éclatement avec enucliation du scaphoïde associé ou non à une fracture parcellaire du cuboïde, par association avec un mouvement de valgus de l'avant-pied.

Les lésions de l'astragale :

Les lésions de l'astragale sont relativement rares. En effet, dans leur rapport, Buttet et Witvoet citent Coltart qui sur 25 000 fractures ne retrouve que 228 fractures de l'astragale soit 1%. Sur la série analysée par ces auteurs les accidents de la circulation sont responsables dans 43% des cas. Les lésions associées les plus fréquentes sont celles de la mortaise homologue et du membre supérieur témoignant de l'importance du traumatisme.

Les fractures séparations avec 56% sont les plus fréquentes des fractures de l'astragale.

Le mécanisme de production est sous la dépendance d'un mouvement de flexion de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied qui forme un bloc rigide au moment du traumatisme. Ainsi, lors d'un arrêt brutal, le pied appuyé sur la pédale de frein, la force s'exerce de bas en haut sur l'avant-pied et la réaction se fait de haut en bas sur le calcanéum par l'intermédiaire de l'astragale et du pilon tibial.

Les lésions du calcanéum

Le mécanisme de production des fractures du calcanéum est sous la dépendance d'une force de compression ou d'écrasement à laquelle s'ajoute un effet de cisaillement.

La force de cisaillement entraînant d'après Duparc une séparation entre le fragment antéro-interne qui reste solidaire de l'astragale et l'autre postéro-externe.

Les effets de la compression se répercutent sur le fragment postéro-externe qui subit un tassement. Cet enfoncement se réalise dans le sens horizontal si le pied est en hyperextension ou au contraire dans le sens vertical si le pied est en dorsi flexion.

Lésions de l'articulation tibio-péronéo-astragalienn

Le cou de pied représente la première articulation charnière avec une mobilité importante qui peut s'adapter aux grands déplacements en flexion et extension mais limitée latéralement. Or, les déplacements latéraux au cours d'un choc se produisent et sont à basse vitesse susceptibles d'occasionner des fractures de la cheville.

La mortaise tibio-péronière par son système articulaire à serrage élastique s'adapte aux mouvements de latéralité. Dans ce mouvement, le péroné constitue l'élément permettant par son élasticité d'éponger les con-

traintes de la cheville.

Ainsi, dans les mouvements d'adduction, l'ensemble malléole tibiale, astragale et péroné se comporte comme un levier de troisième genre alors que dans les mouvements d'abduction, le péroné subit une force verticale qui contribue à accentuer sa courbure aboutissant à une rupture par flambage tel que l'on peut l'observer dans la fracture de Dupuytren.

Lésion du 1/4 inférieur de jambe

La région supra-malléolaire constitue la jonction rigide entre le pied et la diaphyse tibiale constituant une zone de concentration de contraintes interférentes.

Sur le plan anatomique, il existe un système de travées osseuses assez particulières (Chitour).

Dans le plan frontal, on peut décrire un système vertical avec travées cortico-articulaires tombant perpendiculairement sur le toit de la mortaise, un système horizontal épais d'un centimètre avec travées parallèles à la surface articulaire, un système en éventail naissant de la pointe de la malléole interne avec des travées internes verticales et des travées externes coudées en équière sur l'angle dièdre interne de la mortaise.

Dans le plan sagittal, les travées du système vertical sont divisées en deux groupes antérieur et postérieur.

Quant aux travées dans le plan horizontal, elles s'imbriquent pour former le système losangique de Coulouma.

Ainsi se trouve définie une zone avec deux étages : un étage supérieur diaphyso-métaphysaire : zone fragile avec amincissement rapide des corticales et présence d'une seule catégorie de travées osseuses, un étage inférieur véritable semelle épiphysaire deux donc mieux armés pour supporter les forces de pression brutales qui joueront à ce niveau. Lors d'un accident, cette région supramalléolaire subit l'action de la décélération. Si le passager se trouve maintenu par la ceinture de sécurité, il subit la même décélération que le véhicule. En l'absence de solidarisation, seul le pied fixé au plancher subit la décélération du véhicule et le corps subit une décélération 10 fois supérieure, la région supramalléolaire se trouve ainsi à la jonction de ces deux zones de décélération. Ajouté à ce flambage se surajoutent des contraintes axiales qui contribuent à faire éclater cette région.

Lésions de la diaphyse tibiale

En 1964, Adams a déterminé que la direction de la force agissante pour provoquer une fracture peut être déduite de la forme du trait : les forces obliques ou directes provoquent des fractures à trait transversal alors que les forces en torsion ou indirecte entraînent des fractures longitudinales.

Sur une série de 216 fractures de jambe au cours d'accident du trafic, Edwards (1965) a trouvé 84% de fractures transversales et 14% de fracture longitudinale. Il existait 44% de fractures ouvertes et 56% de fracture fermée. Cependant, parmi les fractures ouvertes, on relève de plus en plus des foyers comminutifs.

Lésions de l'extrémité supérieure du tibia

Dans leur rapport sur les fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia, Duparc (1960) insiste sur le fait que les accidents de circulation avec 70,9% sont les causes les plus habituelles. Une forte proportion d'accidents est due à l'usage des véhicules à 2 roues (moto-véloscooter), 72% des cas pour 9% aux passagers de voiture et 19% aux piétons.

D'autres travaux confirment ces pourcentages. Ainsi pour Rasmussen (1971), ces lésions représenteraient 45% d'accidents de circulation. Il en est de même pour Hohl et Luck (1956) 67% et Thiele (1968) 53%. Quant aux mécanismes, plusieurs théories s'affrontent parmi lesquelles la plus vraisemblable est celle de Bistolfi qui fait de la résistance du ligament latéral interne la cause déterminante de la fracture. Cette théorie constitue le fondement de la "loi des proportions inverses entre les lésions ligamentaires ou osseuses" ou loi de Hulten que cet auteur a confirmé par des recherches expérimentales.

Lésions du complexe genou - fémur - hanche

D'après Gogler (1960) sur 100 blessés de la route, on trouve 28 porteurs de lésions typiques sur le genou. Patrick (1967) a montré que les efforts de l'ordre de 800 kg pouvaient être supportés sans provoquer de fracture dans la mesure où ils étaient répartis sur une grande surface, au niveau du genou. Si le genou rencontre une surface dure on a généralement une fracture localisée. Si par contre, l'énergie est absorbée pendant un temps plus long, on a plus souvent des lésions à distance.

C'est Furster et Frankel en 1938 qui utilisent les premiers le terme de "Luxation du tableau de bord" (pour la hanche).

Au niveau du genou, les luxations ou entorses graves sont rares. Kenedy a expliqué leur apparition de la façon suivante : les luxations en avant du tibia sont provoquées par hyperextension du genou à environ 30° avec rupture du ligament croisé postérieur. A partir de 50° d'hypertension il apparaît des lésions des vaisseaux poplités.

Fréquemment observées sont les fractures de la rotule qui sont le plus souvent ouvertes.

Les fractures de la diaphyse fémorale surviennent dans les accidents à vitesse élevée et principalement chez le conducteur à raison de 57% contre 29% chez le passager avant droit.

Pour Kirkup selon la position du genou deux types de fracture peuvent se produire. Si le genou est en extension la torsion du poids du corps entraîne une fracture spiroïde. Si le genou est fléchi, on observe une fracture transversale.

Les associations lésionnelles nécessitent des mécanismes particuliers. Ainsi, pour Heise, les associations de fracture du col fémoral et de la diaphyse mettent en jeu une action tangentielle primaire.

Ingram et Turner dans l'association d'une double luxation de hanche et d'une fracture du fémur invoquent dans un premier temps le choc contre le tableau de bord et dans un deuxième temps un choc latéral sur le fémur.

Un mécanisme différent de celui du choc du tableau de bord sur le genou se retrouve pour expliquer les fractures supra- et inter-condyliennes du fémur.

Elles sont dues au mouvement de levier du fémur sous le tableau de bord au moment où le corps et le centre de gravité placé dans le bassin se déplacent en avant et en haut. On comprend pourquoi le court fragment distal du fémur s'angule en arrière. Une variation du choc classique sur le genou est celle où ce dernier est fléchi à angle droit. Au moment de l'engagement sous le tableau de bord, la rotule glisse distalement sur les condyles et le massif condylien découvert, subit directement le choc.

La succession des différents chocs peut être schématisée en 5 phases selon le film de la Swedish State Power Board.

Phase I : Le corps avec son centre de gravité dans le bassin est poussé vers l'avant. Le genou dérape, avec ou sans choc, sous le rebord du tableau, comprimant au maximum la jambe et la région malléolaire.

Phase II : A ce moment seulement, la totalité du corps est soulevé et le fémur fait levier sous le tableau. La tête bute contre le cadre supérieur et le segment inférieur du volant s'enfonce dans l'abdomen avant que le thorax ne se soit écrasé sur l'axe de la direction.

Phase III : La tête subit un contre coup en arrière

Phase IV : Projection antérieure avec écrasement du thorax contre le volant.

Phase V : Le visage et le cou finissent d'être projetés sur le segment antérieur du volant.

Une zone particulière est représentée par le sous trochanter placé entre deux masses de valeurs différentes, cette situation frontière explique la réalité d'effets multiples (traction, étirement, torsion) agissant à ce niveau. Ces notions ont été mises en évidence par Kulowski qui a défini 5 zones de regroupement énergétique : peau, rotule, région sus condylienne, sous trochantérienne et le cotyle.

Membre supérieur :

Les lésions du membre supérieur sont par leur grande diversité difficiles à ramener à des mécanismes simples. Cependant, dans certaines circonstances bien particulières l'on observe des lésions identiques.

Luxations péri-lunaires des os du carpe

Les luxations péri-lunaires demeurant assez rares au cours des accidents de la circulation.

Elles ont un mécanisme de production parfaitement codifié : le traumatisme se produisant la paume de la main en hyperextension appuyée agissant par écrasement, les os du carpe sont pris entre le radius et le volant, le semi-lunaire s'enucléant en avant comme un noyau de cerise.

Fractures de l'extrémité inférieure du radius

Une enquête d'un organisme de la sécurité sociale de Tours a révélé que sur 7063 accidents du trajet ayant présenté un facteur de l'extrémité inférieure du radius, le moyen de locomotion utilisé était 5172 fois les deux roues avec 1/3 de bicyclettes et 2/3 de cyclomoteurs.

Les fractures de l'extrémité inférieure du radius sont l'objet de grosses séquelles fonctionnelles et sur 28 579 dossiers avec I.P.P., 1156 dossiers soit 4% sont dus à des fractures du radius. Les taux d'I.P.P. alloués sont en moyenne de 11, 13%.

Parmi les types décrits, l'on retrouve celles survenant au cours des mécanismes associant une compression et une extension, telle la fracture de Pouteau-Colles et la fracture à fragment postéro-interne qui est la plus fréquente soit 35% des cas.

Parmi les fractures de l'avant-bras, nous avons pu observer en clinique un type particulier sur lequel, des essais expérimentaux nous ont confirmé le mécanisme. A l'avant-bras, ce sont essentiellement des fractures transversales ou obliques courtes qui sont les plus fréquentes, le mécanisme de production étant sous la dépendance d'une compression avec flexion.

Dans l'éventualité où la compression est strictement axiale l'on aboutit à des fractures longitudinales.

Nous avons soumis en laboratoire des avant-bras à des chocs axiaux pur et obtenu des fractures longitudinales.

La reproduction de ces traits de fractures nécessite des chocs violents qui sont amplifiés du fait des irrégularités de la surface articulaire de la première rangée des os du carpe. Il se crée ainsi un "bossage" avec concentration des contraintes réalisant un point chaud, où nécessairement, s'effectue le point de départ d'une rupture.

Au niveau du cubitus, une force de flexion compression apparaît et se produit une rupture par un trait transversal. dans certaines circonstances, l'extrémité inférieure du cubitus échappe à la pression du corps et se luxe en dedans. Il faut pour cela que le ligament triangulaire se soit rompu et que le fragment radial interne ait été au cours de rupture, violemment repoussé en dedans. On observe alors le plus souvent une luxation ouverte.

Si à cette basse vitesse il existe des blessures par "parade", il faut admettre qu'à grande vitesse ce sont le plus souvent des lésions de projection. Ainsi peut être expliquée en particulier la fracture de Monteggia associant une fracture du cubitus pouvant siéger dans la partie diaphysaire mais aussi dans la partie métaphyso-épiphysaire et au niveau du radius une luxation de la tête en avant, en arrière ou en dehors.

Bien qu'articulation de transition, les luxations du coude sont rares. Par contre, la fréquence des fractures sus et intracondyliennes de l'humérus semblent augmenter.

Pour Merle-D'Aubigné sur 23 cas, l'on relève 8 cas survenus au cours d'accidents de circulation, d'automobile 5 cas ou de moto 3 cas. Decoulx retrouve la même fréquence dans 12 cas au cours d'accident de circulation pour un total de 45 cas. Si quelquefois les traits de fractures peuvent être systématisés, la plupart du temps, il s'agit de fractures communitives qui posent de difficiles problèmes thérapeutiques et grevées de lourdes séquelles fonctionnelles.

Pour les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, nous citerons parmi les nombreuses statistiques celle de Tondeur qui sur 201 cas a relevé 36 accidents de circulation et celle de Spina qui sur 811 cas trouve 104 chutes d'un véhicule en marche et 217 piétons renversés dans un accident de la circulation.

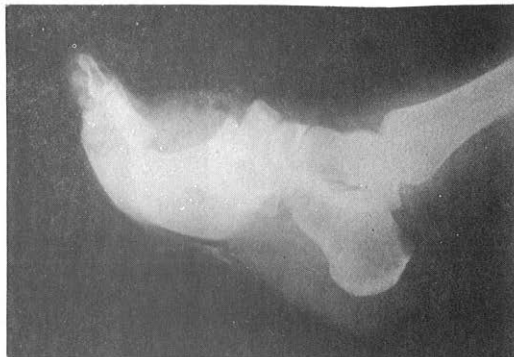


Fig 1 - Luxation complexe de l'avant-pied
1bis



Fig 2 - Fracture et enucléation du scaphoïde



Fig 3 - Fracture luxation de la cheville



Fig 4 - Fracture Bifocale et comminutive du tibia



Fig 5 - Entorse grave du genou



Fig 6 - Fracture bifocale de jambe ou fracture bifocale du péroné



Fig 7 - Fracture Supra et intercondylienne du fémur associée à une fracture du 1/3 supérieur du tibia et fracture de la rotule



Fig 8 - Fracture Comminutive du 1/3 supérieur du fémur



Fig 9 - Fracture bifocale du fémur associée à une luxation de la tête fémorale

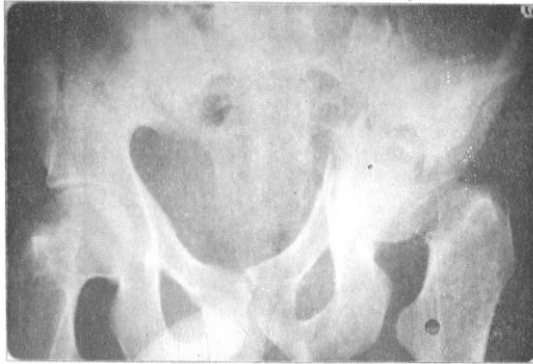


Fig 10 - Enfoncement du cotyle avec fracture du col du fémur.

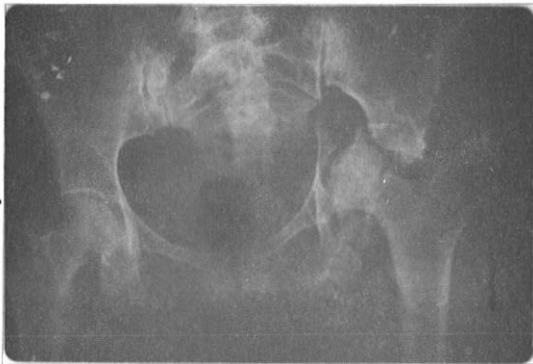


Fig 11 - Enfoncement du Cotyle avec protrusion de la tête fémorale

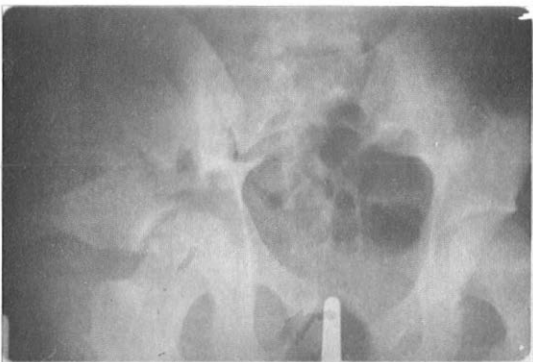


Fig 12 - Enfoncement du Cotyle avec éclatement de l'aile iliaque et disjonction pubienne



Fig 13 - Luxation du semi lunaire



Fig 14 - Fracture du col anatomique de l'humérus
14 bis - résultat après opération

	Moto	Auto	Cycliste	Piétons	% Total
Membre inférieur	33,3	23,7	24,9	38,3	33,4
Membre supérieur	17,8	19,2	17,4	14,7	18,8

Fréquence des lésions en fonction du moyen de locomotion.

MEMBRE SUPERIEUR

	Moto	Auto	Cycle	Piétons
Epaule	120	90	78	80
Humérus	26	9	18	27
Coude	21	9	14	16
Avant-bras	49	16	10	21
Poignet	29	16	13	16
Main	124	54	35	53
Plexus	16			

MEMBRE INFERIEUR

	Moto	Auto	Cycle	Piétons
Hanche	15	20	5	3
Fémur diaphyse	115	33	14	49
Genou	212	76	51	72
Jambe	187	23	66	246
Chevilles	61	22	25	59
Pieds	111	40	38	40

BIBLIOGRAPHIE

- Bilan de 363 fractures diaphysaires de jambe.
avec MM. F. BONNEL, M. DELMAS, B. ARNAUD, P. CARABALONA
Montp. Chir., T.XVII, n° 3, 1971, p. 271-284.
- Bilan de 332 fractures malléolaires
F. BONNEL, P. CARABALONA et M. BARTHELEMY
Montp. Chirurgical 1973 - T.XIX - N°3
- Motor Cycle Accidents
BOTHWELL. P. W.
Lancet 1960-2-807
- Les fractures et les luxations de l'astragale
BUTEL 5, WITVOET 5 :
Revue de Chir. Orthop. Sept 1967 - 53 - 6 - 493 - 623
- Deceleration and the Motor Car
CAMPBELL H.E.
J. Amer. Med. Ass. 1954-1023
- CAMPBELL
Prevention of injuries in Airplane and Automobile accidents.
J. Amer. Med. Ass. 1955 - 157-945
- Les ruptures du tendon terminal du biceps brachial
avec MM. P. CARABALONA et M. DELMAS, M. F. BONNEL
Montp. Chir., T. XVI, n° 3, 1970, P. 285-291
- Les fractures longitudinales de l'avant-bras par compression axiale.
avec MM. P. CARABALONA, P. RABISCHONG, J.N. BERNARD et M. DELMAS, M. F. BONNEL
Montpellier-Chirurgical, T. 13, n° 5, 1967, 591-604
- Les fractures longitudinales de l'avant-bras par compression axiale
P. CARABALONA, P. RABISCHONG, J.N. BERNARD, M. DELMAS et F. BONNEL
Montp. Chir. 1967 - XIII - 5 - 591 - 603
- J. CASTAING
Les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte.
R. de Chir. Orthop. 1964 - 50 - 5 - 583 - 692
- La région supra malléolaire du tibia (étude biomécanique et biocinétique).
CHITOUR S. ISSAD H. et COLLAB.
CR. Ass. Anat. 1968 - 686 - 703
- Les fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus chez l'adulte
DECOULX P, DUCLAUX M, HESPEEL J. et DECOULX J.
Rev. Chir. Orthop. 1964 - 50 - 3 - 263 - 273

- Entorses graves du genou et problèmes vasculaires.
avec MM. J. DOSSA, H. MARY, F. BONNEL
Montp. Chir., T. XVII, n° 5, 1971, p. 449-457.
- Fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia
DUPARC J.P. FICAT
Revue de Chir. Orthop. 1966 - 46 - 4 - 399 - 486
- EVANS G.
Studies on pelvic deformations and fractures
Anat Rec. 1955 - 121 - 141
- EVANS
Stress coat deformation Studies of the human femur under transverse loading
Anat. Rec. 1953 - 116 - 171
- Emploi du fixateur externe d'Hoffmann en cadre dans le traitement des
fractures ouvertes de jambes.
avec MM. Ch. GOALARD et J. ADREY, F. BONNEL
Montp. Chir., T. XVII, n°4, 1971, p. 313 - 317
- Fracture of the femur with luxation of ipsilateral hip
HERVEY A et BAGUMI
Brit. J. Surg. 1934 - 22 - 204
- Luxation bilatérale et isolée du sacrum
avec MM. R. JOYEUX, J. DOSSA, F. BONNEL et E. GRYNFELT
Chir. T. XV, n° 3, 1969, p. 269-276
- Experimental tibial plateau fractures
KENNEDY SC. - BAILEY W.H.
J.B.J.S. 1968 - 50.A - 1522 - 34
- MARTIN A. F.
The pathomechanics of the knee joint - The medial collateral ligament and
lateral tibial plateau fractures
JB.J.S. 1966 - 42 7 13-22
- MERLE D'AUBIGNE et SIMONIN D.
Fractures sus et intercondyliennes de l'humérus chez l'adulte
Rev. de Chir. Orthop. 1960 - 46 - 6 - 748 - 758
- PEDERSEN
Deformation Studies of the Femur under various loadings and orientations
Anat. Rec. 1949 - 103 - 159 -
- PERSICH G. et RETTA G.
Considerazioni Statistico-dinamiche sur carico negli esiti di frattura del
pattio tibiale
Minerva-Ortop 1967 - 18 - 359-63

- Etude biomécanique des différents moyens d'ostéosynthèse dans les fractures de jambe (clou-plaque et fixateur externe d'Hoffmann) :
avec MM. P. RABISCHONG, J. ADREY et E. PERUCHON, M. F. BONNEL
Montp. Chir., T XVII n° 6 1971-515-527.
- Les méthodes extensométriques appliquées aux problèmes du fémur.
avec MM. P. RABISCHONG et J. AVRIL, F. BONNEL
Soc. Sc. Méd. et Biol. de Montpellier et du Lang. Roussilon
Séance du 6 janvier 1967.
- Etude biomécanique de la répartition des forces au niveau des condyles fémoraux en charge statique.
avec MM. P. RABISCHONG, E. COURVOISIER, E. PERUCHON et G. DEVAUD. F. BONNEL
Die Gonarthrose, 1970, - Verlage Hans Huber Bern.
- Enregistrement des forces d'appui statique au niveau des condyles fémoraux et étude critique de la notion de ligne de charge.
avec MM. P. RABISCHONG, J. AVRIL, E. COURVOISIER et E. PERUCHON, F. BONNEL
Rev. Chir Orthop., T.55, n° 2, Mars 1969, p. 151
- Le fixateur externe dans les disfonctions pubiennes (Etude Biomécanique et résultats cliniques)
P. RABISCHONG, P. CARABALONA et F. BONNEL
Montp. Chirurgical 1973 - XIX - N°1
- Signification fonctionnelle du péroné (étude comparée et biomécanique)
P. RABISCHONG, F. BONNEL, H. DUDAY, E. PERUCHON
Montpellier Chir. 1973 - XIX - n° 3
- Etude biomécanique du fixateur externe d'Hoffmann en cadre. Insuffisances.
Amélioration et codification
avec MM. P. RABISCHONG, J. ADREY et E. PERUCHON, F. BONNEL
Montp. Chir. T XVII n°6 1971-529-535
- TAUSSIG G. HAUTIER S, MASCHAS A.
Les fractures luxations de l'articulation de Lisfranc
Ann. Chir. 1969. V 22-421-22 C 1131-1141
- Augmentation de l'efficacité de l'ostéotaxis d'Hoffman par l'utilisation de fixateurs couplés en "cadre".
avec MM. J. VIDAL, P. RABISCHONG, V. ALLIEU, M. JAMME, J.G. POUS, J. ADREY, F. BONNEL
XLIVème réunion annuelle de la Société Française de Chirurgie Orthop. et traum. Paris Novembre 1969
- Etude biomécanique du fixateur externe d'Hoffman dans les fractures de jambes.
avec MM. J. VIDAL, P. RABISCHONG et J. ADREY. F. BONNEL
Montpel. Chir. T. XVI. n°1, 1970, p. 43-52
- Chirurgie réparatrice à plusieurs équipes chez le polytraumatisé grave
B. VLAHOVITCH, J.M. FUENTES, P. MONTOYA, F. SOUYRIS, J.P. REYNAUD, B. CARAVEL
Montp. Chir. 1972. T XVIII - 5 - 383 - 402. F. BONNEL