

20

Traumatismes et handicaps

La connaissance de l'incidence et de la prévalence des blessures liées aux activités physiques et au sport, tant dans le domaine de la prévention, que du traumatisme lui-même, impose la réalisation d'enquêtes épidémiologiques bien conduites. Cette analyse objective est toutefois rendue difficile, et susceptible d'entraîner des conclusions erronées, en fonction des critères d'inclusion. L'analyse des enquêtes doit en effet tenir compte du pays dans lequel elles ont été réalisées (spécificités, habitudes sociales), de la période de l'étude au cours de la saison sportive, du type de sol et matériel utilisés, mais aussi du nombre de sujets, du sexe, de l'âge, du niveau de pratique et du mode de recueil des données (enquête, étude de dossier, interrogatoire, examen clinique...), et enfin des antécédents traumatiques du sujet (Brooks et Fuller, 2006).

La définition même du traumatisme soulève encore de nombreux problèmes de méthodologie. La majorité des études retiennent comme notion de traumatisme toute blessure ayant nécessité un arrêt de plusieurs jours (souvent 1 semaine), ou l'absence de participation à une compétition. Si on tient compte de la définition du Conseil de l'Europe, il concerne toute blessure entraînant, soit une diminution de l'activité, soit la nécessité d'un traitement, soit une perturbation sociale ou économique. Cette définition très large est peu utilisable en pratique courante. Plus récemment, il a été proposé de classer les blessures en 3 niveaux (Fuller et coll., 2006) :

- atteinte physique n'entraînant pas de consultation médicale ou un arrêt du sport ;
- blessure ayant nécessité une prise en charge médicale ;
- blessure ayant entraîné un arrêt des activités physiques et sportives.

Études en populations

À ce jour, les travaux concernent principalement les populations actives et souvent ciblées, comme les sportifs de haut niveau, les professionnels, les étudiants ou les militaires. À l'inverse, la prévalence des lésions musculo-squelettiques chez les sédentaires engagés dans une activité physique modérée et régulière a été peu étudiée.

La première étude prospective américaine réalisée, sur une année, auprès de 6 313 sujets âgés de 20 à 85 ans et engagés dans un suivi longitudinal (*Aerobics Center Longitudinal Study*) (Hootman et coll., 2002) a permis d’approcher le risque lésionnel en fonction du sexe et de la pratique (sédentaire, marche, course à pieds, pratique d’autres sports). Vingt cinq pour cent des hommes et femmes ont déclaré un accident, dont plus de 80 % des cas en relation avec le sport au cours des 12 derniers mois. Les sujets jeunes, les plus actifs, et ayant déjà été victimes d’un traumatisme sont plus blessés (tableau 20.I).

Tableau 20.I : Prévalences des blessures liées aux activités physiques au cours des 12 derniers mois en fonction de l’âge, du sexe et du niveau d’activité

Caractéristiques de la population	Prévalence de blessures liées aux activités	
	Hommes (%)	Femmes (%)
Âge (ans)		
20-40	25,7*	20,1
40-60	22,1	22
60 et +	16,4	15,4
Niveau d’activité		
Sédentaires	14,6*	16,8*
Marcheurs	16,5	19,9
Coureurs	24,7	23,2
Sportifs	27,6	26,7
Déjà blessé avant		
Oui	25,5*	29,5*
Non	14	13,2
Total	20,9	20,3

*Différence significative entre chaque niveau au seuil $p \leq 0,05$

Concernant la localisation, 68 % des blessures pour les hommes et 65 % pour les femmes se situent au niveau des membres inférieurs. Le genou, le rachis et la cheville sont le plus concernés, par ordre de fréquence (sans plus de précision sur le type et la localisation exacte du traumatisme). Des radiographies ont été réalisées dans près de 45 % des cas, un traitement médical prescrit dans 40 % des cas environ, sans notion d’hospitalisation. Les auteurs insistent sur le fait que 15 % des hommes et 17 % des femmes sans activité physique régulière, ont toutefois présenté une lésion musculo-squelettique.

L’étude plus ancienne de Powell et coll. (1998) portait sur un échantillon de population générale américaine de 5 000 personnes questionnées par téléphone sur leurs blessures occasionnées par des activités physiques au

cours du dernier mois (marche, jardinage, musculation, danse aérobic, vélo d'extérieur). Les prévalences des blessures sont faibles mais mesurées sur un mois seulement (tableau 20.II). Les jeunes de 18 à 44 ans ont deux fois plus de blessures que les plus de 45 ans pour la marche et le jardinage.

Tableau 20.II : Prévalence des blessures en fonction du type d'activité pratiquée

Activité	Prévalence de blessure (%)
Vélo	0,9
Marche	1,4
Jardinage	1,6
Haltérophilie	2,4

Une étude allemande porte sur un échantillon représentatif de la population nationale de 7 124 personnes âgées de 18 à 79 ans (Schneider et coll., 2006). Il s'agit dans ce cas d'une enquête par questionnaire. Le niveau d'activité (sportive de loisir) est divisé en 5 catégories : pas d'activité, moins d'une heure par semaine, 1-2 heures par semaine régulièrement, 2-4 heures par semaine régulièrement, plus de 4 heures par semaine régulièrement, ceci au cours des trois derniers mois. Le nombre de blessures liées à l'activité physique, et ayant nécessité une prise en charge médicale, est relevé pour les 12 derniers mois. Parmi ces adultes, 3,1 % signalent une blessure liée au sport au cours de la dernière année. Ceci place les accidents de sport au deuxième rang, en fréquence après les accidents de la vie domestique. Parmi les blessures, 62 % ont conduit à un arrêt de travail. Il s'agit pour 60 % de blessures ligamentaires, 18 % de fractures, 12 % de contusions, 10 % d'autres types de blessures. Les trois quarts des blessures concernent des hommes. L'incidence diminue avec l'âge et est proportionnelle au temps passé à faire des activités physiques (tableau 20.III). Les auteurs concluent que le groupe le plus à risque de blessure au cours de l'activité physique est représenté par les hommes jeunes.

L'étude australienne, prospective, de Stevenson et coll. (2003) porte sur 1 512 personnes pratiquant un sport (football, hockey, netball, basket) en amateur ; ces personnes ont été suivies par enquête téléphonique chaque mois pendant 5 mois de la saison hivernale. L'incidence de blessure est de 16 pour 1 000 heures de sport. Cette incidence est plus élevée dans le sport de contact (football australien avec 20 pour 1 000 heures) que dans le netball (12/1 000 heures). L'incidence est significativement plus élevée chez les hommes et chez les 26-30 ans. Le risque de blessure est diminué de 32 % si les sportifs suivent un entraînement guidé par un professionnel. Une expérience sportive depuis un an réduit le risque de 29 %, ne pas boire d'alcool de 18 %, avoir un haut niveau d'endurance de 10 %, et être physiquement

actif en dehors du sport de 8 %. En revanche, avoir un problème de dos augmente le risque de 69 %, le fait d'avoir déjà eu une blessure dans les 12 mois avant l'étude augmente le risque de 45 %. Une variable psychologique (mesurée avec le *Personality Inventory Test*), le fait d'être extraverti et ouvert, est associée à un risque plus grand de se blesser.

Tableau 20.III : Incidence de blessures au cours des 12 derniers mois liées au sport en fonction du sexe, de l'âge et du temps passé à faire de l'exercice

Caractéristiques de la population	Incidence cumulée de blessures (%)
Hommes/femmes	4,8/1,5*
Âge (ans) :	
-30	6,9*
30-39	3,4
40-49	2,9
50-59	2,7
60-69	0,6
70-79	0,4
Temps passé à faire de l'exercice :	
Pas de sport	0,5*
Moins de 1 heure/semaine	2,9
1-2 heures/semaine	2,8
2-4 heures/semaine	7,6
4 heures/semaine	13,1

*Différence significative entre chaque niveau au seuil $p \leq 0,001$

Études selon la lésion

Quel que soit le mode d'approche épidémiologique, deux grands types de lésions doivent être distingués. Les lésions aiguës, souvent sans spécificité, qui conduisent ou non à la prise en charge dans les services d'urgence et, éventuellement, à une hospitalisation, et les lésions chroniques d'hyperutilisation très spécifiques du geste sportif (lésions de surmenage) qui conduisent le plus souvent à un simple arrêt, total ou partiel des activités physiques, sans arrêt de travail.

Lésions aiguës

Seul un nombre limité de sports ont plus particulièrement fait l'objet de publications référencées. Il s'agit avant tout des sports collectifs. En premier lieu, les publications concernent le rugby qui révèle un taux de blessures de

22 pour 1 000 heures de jeu (10 pour 1 000 heures de jeu en ce qui concerne la tête et le cou, 22 pour les membres inférieurs et 7 pour le rachis) (Castinel et coll., 2003).

Dans le domaine du football, une étude réalisée en France chez des footballeurs amateurs (21 262 matchs étudiés sur une saison) révèle un nombre de blessures déclarées de 1 toutes les 60 heures de pratique (soit 16 pour 1 000 heures de jeu), ceci correspond à 68 680 jours d'arrêt de travail et a été évalué à cette époque à 8 750 000 Francs (Berger-Vachon et coll., 1986).

Chez les footballeurs professionnels, une enquête réalisée en France en 2000 et 2001 a révélé un taux variable de blessures allant de 2 à 4 joueurs par équipe et par mois, le taux de blessures est le même quel que soit le poste occupé sur le terrain (Rochcongar et coll., 2004). Emery et coll. (2005) ont pu montrer que chez des footballeurs de moins de 18 ans, le risque de blessures était nettement supérieur chez les plus jeunes, garçons ou filles (tableau 20.IV). Si on affine les résultats et que l'on tient compte des blessures survenant en matchs ou lors de l'entraînement, on peut alors préciser que le pourcentage de blessures survenant à l'entraînement, diminue avec l'âge, mais que le risque de blessures lors des matchs augmente avec l'âge (tableau 20.V). Ceci amène à souligner l'importance de la prise en compte de la pathologie du cartilage chez l'enfant en croissance (ostéochondrose) retrouvée pour toutes les disciplines sportives et, tout particulièrement, la gymnastique, le base-ball, le badminton et le volley-ball notamment (Caine et coll., 2006).

Tableau 20.IV : Risque relatif de blessure selon le sexe et l'âge chez des footballeurs (d'après Emery et coll., 2005)

Sexe et âge (années)	Nombre d'heures de sport	Nombre de blessures	Taux de blessure /1 000 heures [IC 95 %]	Risque relatif [IC 95 %]	Significativité statistique (test de Fischer)
Filles					
14	2 526	20	7,92 [4,84-12,2]	3,13 [1,14-10,67]	p=0,01*
16	2 440	14	5,74 [3,14-9,61]	2,27 [0,77-8,04]	p=0,11
18	1 976	5	2,53 [0,82-5,9]	1,0	
Garçons					
14	2 030	16	7,88 [4,51-12,77]	2,45 [0,95-7,05]	p=0,04*
16	2 817	16	5,68 [3,25-9,21]	1,77 [0,69-5,08]	p=0,21
18	2 177	7	3,22 [1,29-6,61]	1,0	

*Significativité avec p<0,05

Tableau 20.V : Nombre de blessures survenant à l’entraînement ou lors de matchs (d’après Le Gall et coll., 2006)

Compétition	Blessures											
	<14 ans		<15 ans			<16 ans			Tous groupes d’âge			
	n	%	n/ 1 000 h*	n	%	n/ 1 000 h*	n	%	n/ 1 000 h*	n	%	n/ 1 000 h*
Entraînement	310	73,8	4,1	251	69,5	3,7	235	63,3	3,8	796	69,1	3,9
Match	110	26,2	9,5	110	30,5	10,4	136	36,7	14,2	356	30,9	11,2
Total	420	100	4,9	361	100,0	4,6	371	100,0	5,2	1 152	100,0	4,8

* Nombre de blessures pour 1 000 heures de pratique

Lésions chroniques de surmenage

Les blessures de surmenage sont particulièrement fréquentes et peuvent toucher toutes les disciplines sportives, quel que soit le niveau, mais concernent avant tout les sports individuels. Ce sont de véritables technopathies que l’on peut rapprocher de la notion de troubles musculo-squelettiques rapportés pour les maladies professionnelles. Comme pour les lésions aiguës, toutes les spécialités sportives n’ont pas fait l’objet de travaux référencés.

Une revue de Dettori et Norvel (2006), à propos de 80 articles publiés entre 1966 et 2004 (*Medline*) révèle, chez les cyclistes, un taux de ce type de blessure de 13 pour 100 000 kilomètres parcourus qui concerne avant tout le genou.

La course à pieds, un des sports le plus populaire, a été largement étudiée. L’incidence sur une année va de 24 à plus de 50 % de taux de blessés. Elle dépasse même ce chiffre dans de rares études, plus anciennes, qu’il s’agisse de spécialistes de sprint ou de courses d’endurance (tableau 20.VI ; Van Mechelen, 1992). La pathologie est essentiellement représentée par des tendinopathies et des syndromes fémoro-patellaires, sans toutefois négliger les fractures de fatigue qui représentent près de 3 % des accidents déclarés (tableau 20.VII) (Clément et coll., 1981).

Certains sports individuels sont considérés comme peu ou pas traumatisants. L’exemple caricatural est représenté par la natation. Cette affirmation mérite toutefois d’être fortement relativisée si l’on tient compte des technopathies. En effet, Ruwe et coll. (1994) ont pu montrer que 67 % des compétiteurs souffraient de l’épaule. Sallis et coll. (2000) en réalisant une étude rétrospective sur une cohorte d’étudiants, retrouvent un taux de blessures de surmenage élevé chez les nageurs (21 % pour les femmes et 6,5 % pour les hommes), au niveau de l’épaule, comparativement à tous les autres sports (notamment le basket, le water-polo et le tennis).

Tableau 20.VI : Taux d'incidence (%) de blessures pour la course à pieds fondés sur des études d'une année (d'après Van Mechelem, 1992)

Références	Nombre de sujets, sexe et moyenne d'âge (ans)	Entraînement (km/semaine)	Taux d'incidence (%)
Koplan et coll., 1982	693 H, 33	>10	37
	730 F, 29		38
Blair et coll., 1987	438 H et F, 44	40	24
Lysholm et Wiklander, 1987	19 sprinters, 21		68
	13 coureurs moyenne distance, 19		77
	28 coureurs longue distance, 35		57
Yzerman et Van Galen, 1987	757 H, 15-70	70	56
	50 F, 15-70		38
Marti et coll., 1988	4 335 H, 17-64	24	45,8
Holmich et coll., 1989	1 310 H, 34	>30	31
Clough et coll., 1989	489 H marathonniens, 33	1 959 km/année	41
	440 anciens marathonniens, 31	1 212 km/année	49
Macera et coll., 1989	485 H, 42	39	52
	98 F, 36	37	49
Walter et coll., 1989	985 H, 14-50+	49	49
	303 F, 14-50+	35	46
Ooijendijk et Van Agt, 1990	256 H, 60 F, 39	30	27
			24

H : Hommes ; F : Femmes

Tableau 20.VII : Fréquence des 10 blessures traitées médicalement les plus fréquentes chez les coureurs (987 hommes et 663 femmes) (d'après Clément et coll., 1981)

Diagnostic médical	Hommes		Femmes		Total	
	%	n	%	n	%	n
Syndrome fémoro-patellaire	24,3	262	27,9	206	25,8	468
Périostite tibiale	10,7	115	16,6	124	13,2	239
Tendinopathie calcanéenne	7,9	85	3,2	24	6,0	109
Aponévrosite plantaire	5,3	57	3,9	28	4,7	85
Tendinopathie patellaire	5,6	60	2,8	21	4,5	81
Syndrome de la bandelette ilio-tibiale	4,6	50	3,8	28	4,3	78
Douleurs métatarsiennes	3,3	36	3,0	22	3,2	58
Fracture de fatigue tibiale	2,4	26	2,8	21	2,6	47
Tendinopathie du tibial postérieur	1,9	21	3,2	14	2,5	45
Tendinopathie des fibulaires	2,0	22	1,6	12	1,9	34
Total	68,0	735	69,0	510	68,7	1 244

Localisation anatomique et type de blessures

Les fractures de fatigue sont spécifiques de la pratique sportive intensive. Elles touchent principalement les membres inférieurs. Tous sports confondus, elles représentent 1 % des blessures mais atteignent 8 à 20 % en athlétisme (Snyder et coll., 2006).

L'entorse du compartiment latéral de cheville est une blessure extrêmement fréquente, estimée aux États-Unis à 1/10 000 sujets, par jour, toutes circonstances de survenue confondues. Elle est directement dépendante du sport et du sexe. Une étude prospective réalisée sur quatre ans auprès de services d'urgence de deux Universités américaines, concernant 1 310 accidents, a révélé que le basket-ball féminin était de loin le sport le plus à risque (tableau 20.VIII) (Beynon et coll., 2006a). Le niveau de pratique est aussi un facteur à prendre en compte. Inklaar et coll. (1996) et Peterson et coll. (2000) ont ainsi montré, chez les footballeurs que l'incidence des lésions était double chez les sportifs pratiquant à un niveau inférieur (local ou départemental) comparativement à ceux pratiquant à un niveau supérieur (régional ou national) et ceci, quel que soit l'âge.

Tableau 20.VIII : Taux d'incidence et risque relatif de blessure de la cheville chez les athlètes hommes et femmes (d'après Beynon et coll., 2006a)

	N	Blessures (n)	Blessures (%)	Personnes-jours exposition	Taux de blessure pour 1 000 personnes-jours [IC 95 %]	Risque relatif [IC 95 %]
Athlètes hommes						
Football	123	8	6,5	6 983	1,15 [0,50-2,26]	2,45 [0,74-8,14]
Basket-ball	68	2	2,9	4 704	0,42 [0,05-1,54]	0,895 [0,16-4,97]
Lacrosse	166	4	2,4	9 060	0,44 [0,12-1,13]	Groupe de référence
Athlètes femmes						
Football	131	5	3,8	6 867	0,73 [0,24-1,70]	1,14 [0,35-3,74]
Hockey de champ	138	7	5,1	7 742	0,90 [0,36-1,86]	1,36 [0,45-4,08]
Basket-ball	91	11	12,1	5 793	1,90 [0,95-3,40]	2,81* [1,02-7,76]
Lacrosse	184	6	3,3	9 531	0,62 [0,23-1,37]	Groupe de référence

* Les athlètes femmes pratiquant le basket-ball avaient un risque significativement augmenté de souffrir d'une entorse du ligament de la cheville par comparaison aux athlètes femmes pratiquant le hockey de champ, le football ou le lacrosse.

Un des sujets les plus préoccupants en terme de blessures liées à la pratique du sport concerne la rupture du ligament croisé antérieur du genou (LCA). Elle représente environ 16 000 accidents de ski alpin par an en France pour environ 55 millions de skieurs jours, les femmes étant touchées deux fois plus que les hommes (Binet et coll., 1998). Des résultats

identiques ont été publiés dans d'autres pays comme les États-Unis, où l'incidence des ruptures du LCA n'a pas diminué, contrairement à d'autres lésions (fracture, entorse de cheville) (Hunter, 1999). Le hand-ball est beaucoup plus à risque que le football (9,7 ruptures pour 1 000 heures contre 0,1 pour 1 000 heures de pratique) (Pacllet, 1998). Mais tous les sports collectifs sont concernés et notamment le basket-ball (Deitch et coll., 2006) et le volley-ball (Majewski et coll., 2006). Certains sports n'ont, en revanche, quasiment pas été étudiés comme le judo par exemple. Toutefois, l'étude prospective sur 6 ans de Busnel et coll. (2006) réalisée auprès de judokas de 16 à 20 ans du pôle France de Rennes (et donc à haut niveau de pratique) a révélé un taux de ruptures de 13 % chez ces athlètes, équivalent chez les hommes et les femmes. Un certain nombre d'études en cours en Bretagne (Rochcongar données non publiées), ont permis de constater que le premier sport responsable de rupture du LCA chez la femme reste le ski et, qu'au-delà de 35 ans, il s'agit quasiment de la seule cause de rupture chez les sportives féminines. Il reste qu'il apparaît nécessaire de rechercher au travers d'enquêtes bien conduites, les différents facteurs de risque, notamment endocriniens (Beynon et coll., 2006b). D'autres facteurs de risque ont pu être évoqués, mais restent à ce jour très discutés, comme une éventuelle laxité ligamentaire plus importante chez la femme, une plus grande fréquence du morphotype en genu valgum, une taille plus faible de l'échancrure intercondylienne (Hewett et coll., 1999). Les progrès de la biologie moléculaire sont dans ce sens essentiels. Ainsi, des travaux très récents ont pu mettre en évidence une relation entre le risque de tendinopathie calcanéenne et une expression du gène COL5A1 (Mokone et coll., 2006).

Coût des blessures

L'ensemble de ces résultats amène à se poser la question du coût des blessures. L'enquête 2002 de la Caisse nationale d'assurance maladie (2005) a révélé que les accidents de sport représentent 19 % de l'ensemble des accidents de la vie quotidienne (contre 48 % pour les accidents domestiques) (figure 20.1). Cette même enquête révèle que les accidents de sport nécessitent souvent un recours à une consultation médicale mais sont les moins concernés par les services d'urgences.

Un revue de la littérature d'Adirim et Cheng (2003), concernant les accidents de sports observés aux États-Unis chez les jeunes par les médecins et les services d'urgence a révélé que pour 30 millions d'enfants ayant une pratique sportive encadrée, le coût annuel des blessures pouvait être estimé à 1,8 billions de dollars et qu'elles concernaient avant tout les lésions cartilagineuses, jusqu'à la puberté. Les sports les plus concernés sont aussi les plus pratiqués (football, basket-ball, cyclisme).

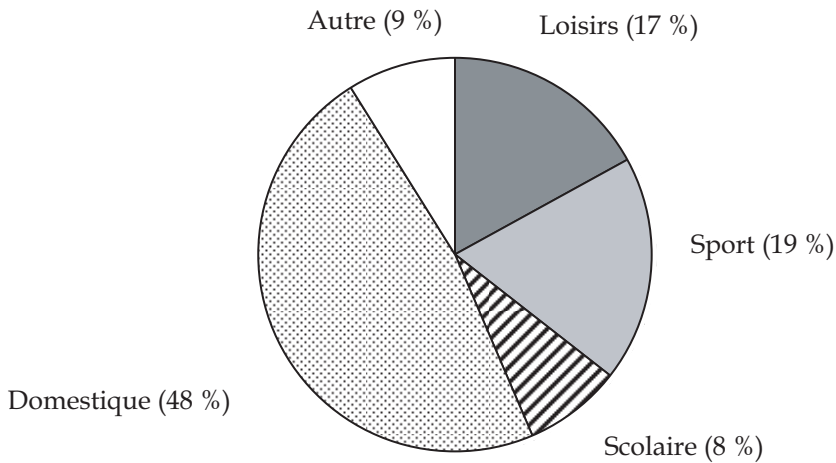


Figure 20.1 : Répartition des accidents de la vie courante (Enquête de la Cnam, 2005)

Les travaux réalisés en Nouvelle-Zélande, quel que soit le niveau de pratique, et concernant les 15 sports les plus à risque, révèlent que le sport le plus coûteux en terme de blessures est le rugby à XV (le coût étant 8 fois supérieur aux blessures engendrées par le football dans le même pays par exemple) (figure 20.2) (Castinel et coll., 2003).

En ce qui concerne les sports d'hiver, les résultats publiés par la Société Suisse d'Assurances⁵⁹ (SUVA : 3,5 millions d'assurés) entre 1992 et 2003 révèlent un nombre d'accidents annuel en croissance (figure 20.3). Près de 30 000 accidents de ski sont déclarés auxquels il faut ajouter 10 000 accidents de snowboard en augmentation constante. Ceci représente un coût en 2003 de plus de 220 millions de Francs Suisses avec une moyenne de 7 000 Francs Suisses par sujet et pour les skieurs et 3 000 Francs Suisses pour les spécialistes de snowboard.

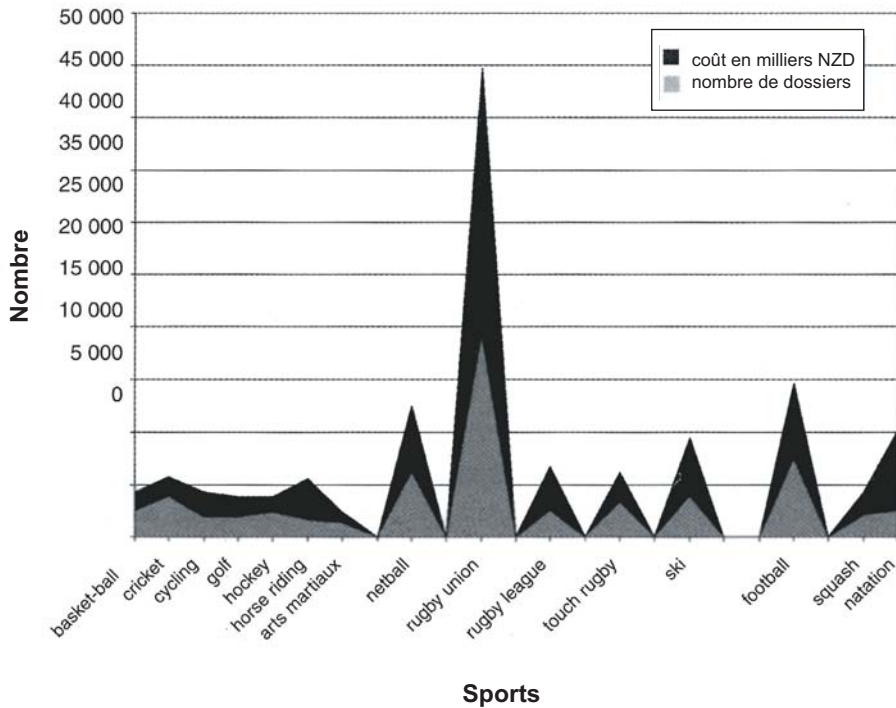
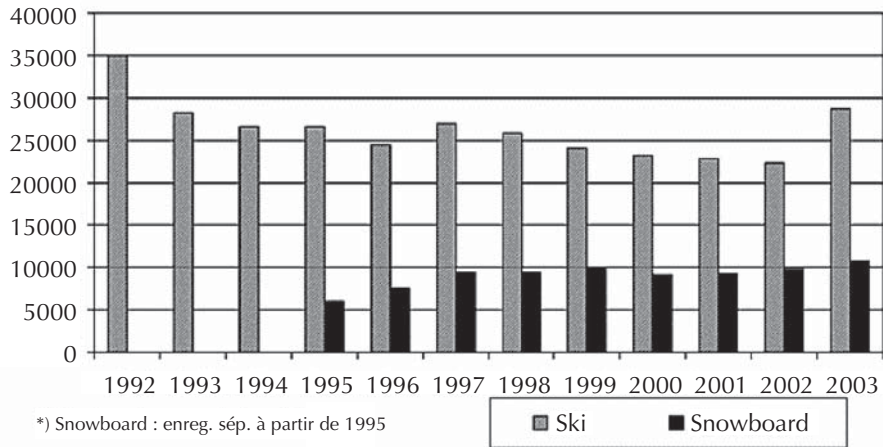


Figure 20.2 : Coût annuel en milliers de dollars Néo-Zélandais et nombre de dossiers (d'après Castinel et coll., 2003)

Le rugby à XV est le plus concerné. Le rugby à XIII n'arrive qu'en 6^e position.

Nous avons déjà abordé l'impact en France des ruptures du LCA. La majorité de ces accidents conduit à une intervention chirurgicale (311 euros) à laquelle il faut ajouter une hospitalisation de quelques jours, un arrêt de travail en moyenne de 45 jours et, au minimum une trentaine de séances de rééducation. Or, seulement 25 % de ces ruptures sont déclarées en accident de sport, les autres étant prises en charge par l'assurance maladie (Rochcongar, données non publiées). Ceci conduit sans aucun doute à une sous-évaluation du risque de rupture, et du coût réel notamment par les compagnies d'assurance. Une estimation réalisée aux États-Unis en 1999 a, par ailleurs, conduit à estimer le coût global d'une rupture du LCA à 17 000 Dollars par patient (Hewett et coll., 1999).



(Source : LLA: UVG, 3,5 millions d'assurés)

Figure 20.3 : Nombre d'accidents de sports d'hiver déclarés à l'assurance SUVA entre 1992 et 2003 (Enquête SUVA)

Prévention

C'est un aspect essentiel de la prise en charge du traumatisme sportif. Plusieurs études ont mis en évidence l'efficacité des protections vis-à-vis des macro-traumatismes entraînant le plus souvent une hospitalisation. Ceci est confirmé pour le cyclisme (port du casque) par une méta-analyse (Attewell et coll., 2001). Le taux de blessures dues au ski alpin, aux États-Unis, est passé, au cours des dernières années de 7 à 2,5 blessures pour 1 000 jours skieurs. Ceci est attribué à l'amélioration des équipements (ski et chaussures) (Pressman et Johson, 2003). Une revue récente de la littérature apporte les mêmes résultats pour le snowboard et la pratique du patinage de vitesse (protection des genoux, des poignets et des coudes notamment) (Hagel, 2005). L'auteur insiste toutefois sur le nombre très faible d'études cas-témoins. Les publications se limitent le plus souvent à des publications de cas concernant toutefois un nombre élevé d'observations (plus de 7 000 cas).

En sports collectifs, c'est plutôt la modification des règles du jeu qui a pu permettre la diminution des accidents graves, voire dramatiques. L'exemple le plus parlant concerne le rugby (suite aux travaux de Torg et coll. (1997) sur la taille du canal cervical et des risques de traumatismes médullaires observés pendant 3 années auprès de pratiquants de football américain) ayant conduit à la suppression des empièlements et à la modification des règles d'entrée en mêlée et du plaquage (figure 20.4) (Bathgate, 2002).

De même, le suivi d'une cohorte de 304 rugbymen au cours d'une saison en Nouvelle-Zélande a permis de montrer que le port de protège-dents et du casque était efficace vis-à-vis des traumatismes faciaux, plaies du cuir chevelu et traumatismes crâniens (Marshall et coll., 2005).

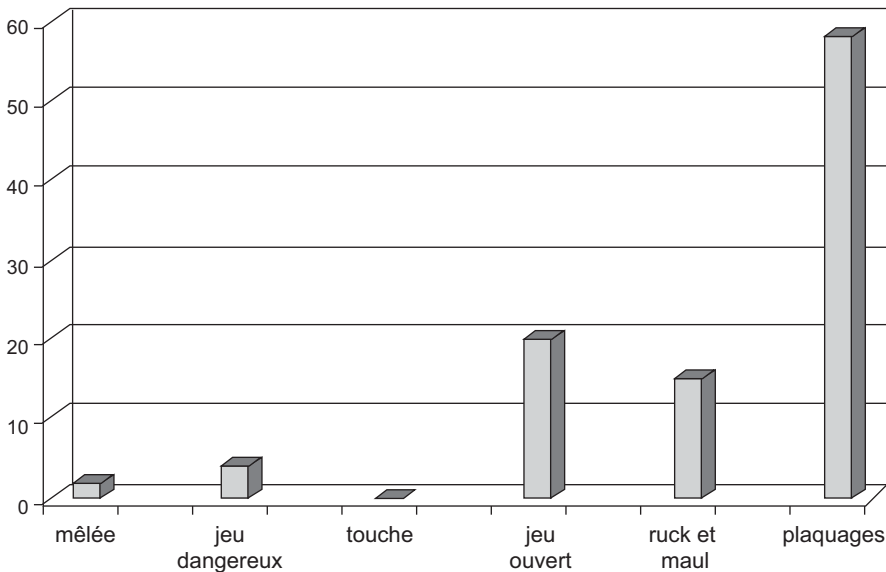


Figure 20.4 : Nombre de blessures en fonction des phases de jeu chez les joueurs de rugby (d'après Bathgate, 2002)

La prévention des lésions de surmenage est multifactorielle. Une des disciplines sportives les plus étudiées concerne la course à pieds sur route. Plus de 10 études longitudinales d'une durée supérieure à un an ont été publiées. Elles concernent chacune, entre 300 et plus de 1 000 coureurs. Il est démontré que le risque de blessures est corrélé au kilométrage hebdomadaire parcouru, aux nombres de compétitions annuelles, et aux troubles du morphotype notamment (Van Mechelen, 1992). La préparation d'avant saison et le respect des règles d'échauffement et d'étirement notamment, sont particulièrement importants. Une étude prospective de Tyler et coll. (2002) réalisée auprès de hockeyeurs sur glace de haut niveau, a mis en évidence une diminution du risque de 3,2 à 0,7 blessures pour 1 000 heures de jeu.

En ce qui concerne les lésions articulaires, une revue de littérature récente, incluant 8 études contrôlées sélectionnées pour leur qualité, analyse les résultats obtenus pour prévenir l'entorse de la cheville (Verhagen et coll., 2000). Elle met en évidence le rôle des orthèses semi-rigides vis-à-vis de la

prévention de l'entorse sans pouvoir déterminer si les sportifs ayant déjà présenté ce type de traumatisme en retirent davantage de bénéfice que les autres athlètes. Les orthèses sont plus efficaces que les contentions adhésives. En revanche, il n'est pas possible à ce jour de faire une relation entre la prévention de l'entorse et le type de chaussure utilisée. Enfin, cette revue souligne le rôle important de la rééducation proprioceptive vis-à-vis de la prévention des rechutes. Un point mérite toutefois d'être souligné. Il concerne le risque mal évalué, à ce jour, de baisse de la performance associée au port de l'orthèse, comme le confirme une revue de la littérature concernant 14 études randomisées et 8 279 sujets (Handoll et coll., 2001).

Des travaux récents, prospectifs, au cours des dix dernières années ont pu mettre en évidence le rôle de la préparation physique vis-à-vis de la rupture du LCA chez la femme. Ceci a été démontré pour le basket-ball et le volley-ball notamment (Hewett, 1999). Plus récemment, Mandelbaum et coll. (2005) ont comparé 2 groupes de jeunes femmes pratiquant le football : un groupe témoin (3 813 sujets) et un groupe expérimental (1 885 sujets) ayant bénéficié d'un programme d'échauffement, étirements, plyométrie (exercices de musculation dynamique) et courses avec déplacements latéraux. Le risque de rupture sur une année est divisé par 5 dans le groupe ayant un programme de prévention, d'autres facteurs sont probablement associés et notamment l'environnement endocrinien, même si, à ce jour, les résultats restent contradictoires (Beynon et coll., 2006b).

Lorsque la blessure est installée, le respect des temps de cicatrisation est fondamental. Le risque de récurrence pour une blessure identique (ligamentaire ou musculaire) dans l'année est 2 à 3 fois plus important pour des footballeurs de niveau de pratique nationale (Hagglund et coll., 2006). L'enquête prospective auprès de footballeurs professionnels français a révélé que le nombre de blessés par équipe au cours d'une année, était directement en relation avec le nombre de récurrences (Rochcongar et coll., 2004).

Au total, malgré les travaux déjà réalisés, il reste à initier d'autres études, pour l'ensemble des disciplines sportives en prenant en compte l'ensemble des facteurs de risque potentiels, et en appliquant une méthodologie rigoureuse, selon le modèle proposé par Bahr et Krosshaug (2005) (figure 20.5).

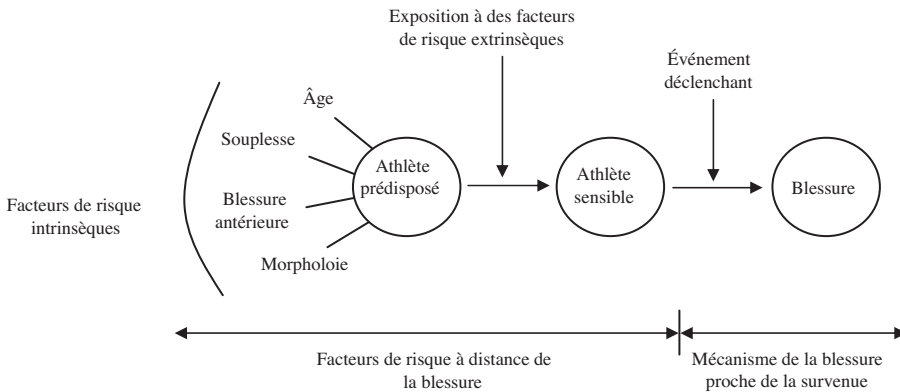


Figure 20.5 : Interaction entre les facteurs intrinsèques et les facteurs extrinsèques, et le risque traumatique (d'après Bahr et Krosshaug, 2005)

Maladies dégénératives et handicaps : bénéfiques de l'activité physique

Les maladies neurologiques dégénératives (prévalence estimée à plus de 4 millions aux États-Unis ; McDonald, 2002), les maladies rhumatismales inflammatoires ou dégénératives, représentent un enjeu majeur pour notre société en terme de déconditionnement et de dépendance. On estime, par exemple, que 80 % de la population âgée de plus de 65 ans est affectée par l'arthrose (Marks et Allegrante, 2005).

Depuis quelques années, plusieurs publications ont mis en évidence le rôle bénéfique des activités physiques vis-à-vis de la prise en charge d'un certain nombre de maladies dégénératives ou chroniques.

Une méta-analyse de 2005 (Hayden et coll., 2005) concernant la lombalgie (61 études randomisées contrôlées) a mis en évidence l'intérêt de la rééducation active et des activités physiques vis-à-vis de la prise en charge de la lombalgie chronique uniquement, tant sur la douleur que la fonction articulaire, et la durée des arrêts de travail. Il n'y a aucun effet sur la lombalgie aiguë. Les auteurs soulignent toutefois la limite méthodologique de la majorité de ces études. Ils relèvent la nécessité des critères d'évaluation objectifs, qui sont le plus souvent actuellement limités à l'évaluation de la douleur (EVA).

Concernant les douleurs lombaires, plusieurs études randomisées (Mannion et coll., 1999 ; Moffett et coll., 1999 ; Hides et coll., 2001 ; Aure et coll., 2003 ; Hagen et coll., 2003) et une méta-analyse (Kool et coll., 2004) montrent que les exercices physiques réduisent significativement le nombre de jours d'incapacité et les douleurs.

Petersen et Saltin (2006) ont publié une revue complète des effets positifs de l'activité physique sur un certain nombre de maladies chroniques. Concernant la polyarthrite rhumatoïde, ces auteurs relèvent une évidence de niveau A (niveau de preuve le plus élevé) vis-à-vis de la force, de niveau B vis-à-vis de la qualité de vie. Pour la fibromyalgie, il existe une évidence de niveau A tant sur les symptômes cliniques, que sur la force et la qualité de vie. Les résultats sont moins probants vis-à-vis du syndrome de fatigue chronique (niveau B pour des symptômes cliniques et de la force). Quelle que soit la pathologie prise en charge, le type et l'intensité des exercices restent discutés et nécessiteront d'autres études. La prise en charge des patients associe le plus souvent des exercices de musculation globale, avec charges modérées, parallèlement à l'entretien des capacités aérobies par les exercices de marche.

Une revue systématique *Cochrane* concernant la polyarthrite rhumatoïde (Van Den Ende et coll., 2000) fait état de 6 études contrôlées pour 30 publications, avec des critères méthodologiques différents. Les auteurs concluent à l'effet positif de l'activité physique (principalement sur la force), avec toutefois la nécessité de mener des recherches à long terme. Une autre revue systématique *Cochrane* (Han et coll., 2006) a examiné 4 études randomisées (206 patients) sur les effets du tai chi sur la polyarthrite rhumatoïde. Les résultats suggèrent un bénéfice au niveau de la mobilité des extrémités des membres inférieurs. Par ailleurs, une étude randomisée auprès de 77 patients souffrant de polyarthrite rhumatoïde et ayant suivi un entraînement musculaire pendant 2 ans, montre une diminution de la douleur de 67 % maintenue 3 ans après l'intervention (Hakkinen et coll., 2004). Les programmes doivent respecter le rythme de la maladie (poussées douloureuses) et le nyctémère (activités physiques recommandées plutôt en fin de journée pour les patients souffrant de polyarthrite rhumatoïde).

Tous les auteurs insistent sur la nécessité de pratiques sportives encadrées, au risque de voir un fort pourcentage de patients arrêter rapidement leur programme. Ceci est particulièrement bien démontré pour la prise en charge des patients fibromyalgiques. Une étude randomisée contrôlée menée auprès de 72 femmes (programme de musculation) amène à constater un taux d'abandon de 47 % après quatre semaines (Kingsley et coll., 2005). Enfin, une question majeure reste posée concernant l'effet dose-réponse de l'activité physique vis-à-vis du traitement des maladies dégénératives (Vuori, 2001). Ce point fondamental n'est à ce jour pas réglé, peu d'études bien conduites ayant été réalisées, et nécessite encore des recherches notamment après arthroplastie totale de hanche ou de genou et en tenant compte des antécédents sportifs des patients (Visuri et Honkanen, 1980). Une revue systématique récente de la littérature (Vignon et coll., 2006) ne permet pas de conclure quant aux effets bénéfiques des exercices dynamiques, *versus* les exercices statiques (niveau d'évidence B).

Les activités physiques sont maintenant reconnues efficaces vis-à-vis du handicap moteur et neurologique. Le nombre d'études bien conduites reste

toutefois faible, et les travaux devront donc être poursuivis (West Suijter et Kraak, 2007). Les programmes de musculation et de réentraînement améliorent les capacités de marche et la qualité de vie des patients atteints de sclérose en plaques (Robineau et coll., 2005 ; Kerdoncuf et coll., 2006). Ceci s'explique, en partie, par une typologie musculaire non altérée, comparative-ment à des sujets témoins (Carroll et coll., 2005). Chez les patients atteints de la maladie de Parkinson, l'intérêt de la musculation, notamment en mode excentrique, a récemment été démontré (Dibble et coll., 2006). De la même manière, l'activité physique améliore les capacités physiologiques, la force musculaire des traumatisés médullaires, mais il n'a pas été démontré à ce jour d'effet direct sur la qualité de vie (Ginis et coll., 2003 ; Nash, 2005).

Activités physiques et arthrose

L'arthrose représente une des pathologies chroniques les plus fréquentes. Après 60 ans, pour un sujet, on estime que, au minimum, une articulation présente des signes d'arthrose (Veje et coll., 2002). Les signes radiologiques précèdent les signes cliniques et principalement la douleur, qui entraîne une baisse de l'activité physique et, en conséquence, une perte de force (Petersen et Saltin, 2006). Les articulations les plus concernées sont le genou et la hanche. Il n'y a pas de risque d'arthrose générée par la pratique modérée du sport, en dehors de tout traumatisme aigu (Vignon et coll., 2006). En revanche, la surcharge pondérale représente un facteur aggravant majeur. Une simple augmentation modérée de l'IMC (indice de masse corporelle) chez l'homme, sans surcharge pondérale majeure, augmente le risque d'arthrose du genou, comme indiqué lors d'une étude cas-témoins de 1 750 sujets suédois (Holmberg et coll., 2005).

Seule la pratique sportive intensive (en compétition ou hors de tout encadrement), et plus particulièrement des sports comme le football, le hockey sur glace et le tennis, est à risque, principalement après la survenue d'un premier accident (Thelin et coll., 2006). Ainsi, le risque arthrogène au niveau du genou augmente considérablement après ménisectomie ou rupture du ligament croisé antérieur (Visuri et Honkanen, 1980). Ceci étant, le niveau de qualité de vie est important à prendre en compte. Kujala et coll. (2003) a ainsi montré, chez d'anciens sportifs de haut niveau, qu'ils présentaient plus d'atteintes dégénératives mais conservaient une meilleure fonction articulaire et pouvaient ainsi poursuivre une activité physique après arrêt de la compétition. Enfin, il n'existe pas, à ce jour, de travaux permettant de préciser le niveau et l'intensité de pratique, susceptibles de favoriser le développement de l'arthrose (Vignon et coll., 2006).

Il n'en reste pas moins que l'intensité de la pratique, associée à des anomalies morphologiques, est un facteur indiscutable de risque d'évolution vers l'arthrose

précoce, comme cela vient d'être démontré chez des handballeurs français de haut niveau, sport peu étudié jusqu'à ce jour (L'Hermette et coll., 2006).

Si l'activité physique intensive représente un risque potentiel d'apparition ou d'aggravation de l'arthrose, l'activité physique modérée peut à l'inverse avoir un effet bénéfique sur la maladie. Chez le rat, un exercice modéré atténue la sévérité des lésions du cartilage suite à la section du LCA, ce qui n'est pas observé avec un exercice intense (Galois et coll., 2004). L'activité physique est maintenant reconnue comme un des traitements efficaces de l'arthrose. Petersen et Saltin (2006) retrouvent une évidence de niveau A (niveau de preuve le plus élevé) quant à l'effet positif du sport sur les symptômes de l'arthrose, la qualité de vie et la force. Roddy et coll. (2005) ont publié les premières recommandations d'un groupe de travail portant sur les avis d'experts et les publications évaluées en terme d'*evidence-based medicine*, concernant l'activité physique et la prise en charge de l'arthrose. Tout en précisant que d'autres études s'avèrent nécessaires, en raison de résultats parfois contradictoires, les auteurs concluent aux effets positifs des exercices d'endurance et de renforcement musculaire, à la nécessité d'individualiser les programmes en fonction de la pathologie, de mettre en place des stratégies à moyen et long terme, d'adhésion des patients à ces programmes. Différentes études ont signalé que les exercices aérobie (marche, exercice dans l'eau, jogging dans l'eau, yoga, tai chi) sont efficaces à long terme alors que les exercices d'assouplissement le sont à court terme (Bennell et Hinman, 2005).

En conclusion, la relation bénéfico-risque de la pratique sportive ne peut être abordée sans tenir compte de tous les paramètres évoqués précédemment, à savoir le sport pratiqué, les conditions de pratique (intensité, durée, matériel utilisé), l'âge, les handicaps éventuels notamment locomoteurs ou neurologiques, le niveau d'expertise et la qualité de l'encadrement. Ainsi, par exemple, les sports en conditions extrêmes sont plus à risque de blessures graves, mais ce sont les mieux encadrés et ceux pour lesquels les règles de sécurité sont les plus strictes.

S'il manque encore des études épidémiologiques bien conduites en fonction du sport, de l'âge et du mode de pratique, il est possible, au vu de la littérature, de faire quelques recommandations.

Les activités physiques ont un effet positif sur l'appareil locomoteur en général et la force en particulier et permettent ainsi de lutter contre le déconditionnement, notamment dans le cadre des pathologies dégénératives. Il faut toutefois que cette activité physique soit abordée de façon progressive, d'intensité modérée, encadrée par des personnels compétents et pratiquée avec du matériel adapté dans le respect des règlements. Il faut, par ailleurs, prévenir les pathologies liées directement ou indirectement aux activités physiques en mettant en avant la prévention, qui est le plus souvent complexe car multifactorielle.

BIBLIOGRAPHIE

ADIRIM TA, CHENG TL. Overview of injuries in the young athlete. *Sports Med* 2003, **33** : 75-81

ATTEWELL RG, GLASE K, MCFADDEN M. Bicycle helmets efficacy. *Accident Analysis and Prevention* 2001, **33** : 345-352

AURE OF, NILSEN JH, VASSELJEN O. Manual therapy and exercise therapy in patients with chronic low back pain. *Spine* 2003, **28** : 525-532

BAHR R, KROSSHAUG T. Understanding injury mechanisms: a key component for preventing injuries in sport. *Br J Sports Med* 2005, **39** : 324-329

BATHGATE A. A prospective study of injuries to elite Australian rugby union players. *Br J Sports Med* 2002, **36** : 265-269

BENNEL K, HINMAN R. Exercise as treatment for osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol* 2005, **17** : 634-640

BERGER-VACHON C, GABARD G, MOYEN B. Soccer accidents in the French Rhone-Alpes Soccer Association. *Sports Med* 1986, **3** : 69-77

BEYNNON BD, RENSTROM PA, HAUGH L, UH BS, BARHER HA. Prospective, randomized clinical investigation of the treatment of first-time ankle sprains. *Am J Sports Med* 2006a, **34** : 1401-1412

BEYNNON BD, JOHNSON RJ, BRAUN S, SARGENT M, BERNSTEIN IM, et coll. The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury. A case-control study of recreational alpine skiers. *Am J Sports Med* 2006b, **34** : 757-764

BINET MH, LAPORTE D, CONSTANS E, TOURET E. Épidémiologie des ruptures du LCA au ski. Les lésions isolées récentes du ligament croisé antérieur. In : Les lésions isolées récentes du ligament croisé antérieur : Données actuelles. RODINEAU J, SAILLANT G (eds). Masson, Paris, 1998

BLAIR SE, KOHL HW, GOODYEAR NN. Rates and risks for running and exercise injuries: studies in the three populations. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1987, **58** : 221-228

BROOKS JH, FULLER CW. The influence of methodological issues on the results and conclusions from epidemiological studies of sports injuries. Illustrative examples. *Sports Med* 2006, **36** : 459-472

BUSNEL F, ROCHCONGAR P, ANDRE AM, JAN J. Exploration isocinétique du genou du judoka et risque de rupture du LCA. À propos d'une enquête prospective auprès des athlètes de pole France de judo de Rennes. *Sciences et Sports* 2006, **21** : 148-153

CAINE D, DIFLORI J, MAFFULLI N. Physéal injuries in children's and youth sports : reasons for concern ? *Br J Sports Med* 2006, **40** : 749-760

CAISSE NATIONALE D'ASSURANCE MALADIE (CNAM). Les accidents de la vie courante en 2002. *Point Stat* 2005, **41** : 1-6

CARROLL CC, GALLAGHER PM, SEIDLE ME, TRAPPE SW. Skeletal muscle characteristics of people with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2005, **86** : 224-229

CASTINEL B, TOURETTE JH, GUTTIRIEZ, TURBLIN P, QUARRIE K, et coll. Mécanismes et épidémiologie des traumatismes cervicaux graves dans le jeu de rugby. In : Pathologies du rugbyman. Sauramps Médical Ed, 2003 : 19-38

CLÉMENT DB, TAUNTON JE, SMART GW, MCNICOL KL. A survey of overuse running injuries. *Physician and Sports Medicine* 1981, **9** : 47-58

CLOUGH P, SHEPERD J, MAUGHAN R. Motives for participation in recreational running. *J Leisure Res* 1989, **21** : 297-309

DEITCH JR, STARKEY C, WALTERS SL, MOSELEY JB. Injury risk in professional basketball players: a comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association athletes. *Am J Sports Med* 2006, **34** : 1077-1083

DETTORI NJ, NORVEL DC. Non-traumatic bicycle injuries: a review of the literature. *Sports Med* 2006, **36** : 7-18

DIBBLE LE, HALE T, MARCUS RL, GERBER JP, LASTAYO PC. The safety and feasibility of high-force eccentric resistance exercise in persons with Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2006, **87** : 1280-1282

EMERY CA, MEEUWISSE WH, HARTMANN SE. Evaluation of risk factors for injury in adolescent soccer: implementation and validation of an injury surveillance system. *Am J Sports Med* 2005, **33** : 1882-1891

FULLER CW, EKSTRAND J, JUNGE A. Consensus statement on injuries definitions and data collection procedures in studies in soccer injuries. *Scand J Med Sci Sports* 2006, **16** : 83-92

GALOIS L, ETIENNE S, GROSSIN L, WATRIN-PINZANO A, COURNIL-HENRIONNET C, LOEUILLE D, NETTER P, MAINARD D, GILLET P. Dose-response relationship for exercise on severity of experimental osteoarthritis in rats: a pilot study. *Osteoarthritis Cartilage* 2004, **10** : 779-786

GINIS KA, LATIMER AE, MCKECHNIE K, DITO DS, MCARTNEY M, et coll. Using exercise to enhance subjective well-being among people with spinal cord injury: The mediating influences of stress and pain. *Rehabilitation Psychology* 2003, **4** : 157-164

HAGEL B. Skiing and snowboarding injuries. *Med Sport Sci* 2005, **48** : 74-119

HAGEN EM, GRASDAL A, ERIKSEN HR. Does early intervention with a light mobilization program reduce long-term sick leave for low back pain: a 3-year follow-up study. *Spine* 2003, **28** : 2309-2316

HAGGLUND M, WALDEN M, EKSTRAND J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med* 2006, **40** : 767-772

HAKKINEN A, SOKKA T, HANNONEN P. A home-based two-year strength training period in early rheumatoid arthritis led to good long-term compliance: A five year follow-up. *Arthritis and Rheumatism* 2004, **51** : 56-62

HANDOLL HH, ROWE BH, QUINN KM, DE BRIE R. Interventions for preventing ankle ligament injuries *Cochrane Database Syst Rev* 2001 : CD000018

HAYDEN JA, VAN TULDER MW, MALMIVAARA A, KOES BW. Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2005 : CD0003

HEWETT TE, LINDENFELD TN, RICCOBENE IV, NOYES FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. *Am J Sports Med* 1999, **27** : 699-705

HIDES JA, JULL GA, RICHARDSON CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine* 2001, **26** : E243-E248

HOLMBERG S, THELIN A, THELIN N. Knee osteoarthritis and body mass index: a population-based case-control study. *Scand J Rheumatol* 2005, **34** : 59-64

HOLMICH P, CHRISTENSEN SW, DARRE E, JOHNSEN F, HARTOG T. Non-elite marathon runners: health, training and injuries. *British Journal of Sports Medicine* 1989, **23** : 177-178

HOOTMAN JM, MACERA CA, AINSWORTH BE, ADDY CL, MARTIN M, et coll. Epidemiology of musculoskeletal injuries among sedentary and physically active adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002, **34** : 838-844

HUNTER RE. Skiing injuries. *Am J Sports Med* 1999, **27** : 381-389

INKLAAR H, BOL E, SCHMICKLI SL, MOSTERD WL. Injuries in male soccer players: team risk analysis. *Int J Sports Med* 1996, **17** : 229-234

KOOL J, DE BIE R, OESCH P, KNÜSEL O, VAN DEN BRANDT P, BACHMANN S. Exercise reduces sick leave in patients with non-acute non-specific low back pain: a meta-analysis. *J Rehabil Med* 2004, **36** : 49-62

KUJALA U, ORAVA S, PARKKARI J, KAPRIO J, SARNA S. Sports career-related musculoskeletal injuries: long-term health effects on former athletes. *Sports Med* 2003, **33** : 869-875

KERDONCUF V, DURUFLE A, LE TALLEC H, LASSALLE A, PETRILLI S, et coll. Activité sportive et sclérose en plaque. *Ann Réadapt et Med Physique* 2006, **49** : 32-36

KINGSLEY JD, PANTON LB, TOOLE T, SIRITHIENTHAD P, MATHIS R. The effects of a 12-week strength training program on strength and functionality in women with fibromyalgia. *Arch Phys Med Rehabil* 2005, **86** : 1713-1721

KOPLAN JP, POWELL KE, SIKES RK, SHIRLEY RW, CAMPBELL GC. An epidemiological study of the benefits and risks of running. *Journal of the American Medical Association* 1982, **248** : 3118-3121

LE GALL F, CARLING C, REILLY T, VANDEWALLE H, CHURCH J, et coll. Incidence of injuries in elite French youth soccer players: a 10-season study. *Am J Sports Med* 2006, **34** : 928-938

L'HERMETTE M, POLLE G, TOURNY-CHOLLET C, DUJARDIN F. Hip passive range of motion and frequency of radiographic hip osteoarthritis in former elite handball players. *Br J Sports Med* 2006, **40** : 45-49

LYSHOLM J, WIKLANDER J. Injuries in runners. *Am J Sports Med* 1987, **15** : 168-171

MACERA CA, PATE RR, POWELL KE, JACKSON KL, KENDRICK JS, et coll. Predicting lower-extremity injuries among habitual runners. *Arch Int Med* 1989, **149** : 2565-2568

MARTI B, VADER JP, MINDER CE, ABELIN T. On the epidemiology of running injuries. *Am J Sports Med* 1988, **16** : 285-294

MCDONALD CM. Physical activity, health impairments, and disability in neuromuscular disease. *Am J Phys Med Rehabil* 2002, **81** : S108-S120

MAJEWSKI M, SUSANNE H, KLAUS S. Epidemiology of athletic knee injuries : A 10 year-study. *Knee* 2006, **13** : 184-188

MANDELBAUM BR, SILVERS HJ, WATANABE DS, KNARR JF, THOMAS SD, et coll. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 2005, **33** : 1003-1010

MARKS R, ALLEGRANTE JP. Chronic osteoarthritis and adherence to exercise: A review of the literature. *Journal of Aging and Physical Activity* 2005, **13** : 434-460

MARSHALL SW, LOOMIS D, WAALER A, CHALMERS DJ, BIRD YN, et coll. Evaluation of protective equipment for prevention of injuries in rugby union. *International Journal of Epidemiology* 2005, **34** : 113-118

MOFFETT JK, TORGERSON D, BELL-SYER S, JACKSON D, LLEWLYN-PHILLIPS H, et coll. Randomised controlled trial of exercise for low back pain: clinical outcomes, costs, and preferences. *BMJ* 1999, **319** : 279-283

MOKONE GG, SCHWELLNUS MP, NOAKESTD, COLIINS M. The COL5A1 gene and Achilles tendon pathology. *Scand J Med Sci Sports* 2006, **16** : 19-26

NASH MS. Exercise as a health-promoting activity following spinal cord injury. *J Neurol Phys Ther* 2005, **29** : 87-103

OOYENDIJK WTM, VAN AGT L. Preventive van hardloopleessures. *Geneeskunde en Sport* 1990, **23** : 146-151

PACLET JP. Épidémiologie des ruptures du LCA en sports collectifs. Les lésions isolées récentes du ligament croisé antérieur. In : Les lésions isolées récentes du ligament croisé antérieur : Données actuelles. RODINEAU J, SAILLANT G (eds). Masson Ed, 1998

PETERSEN BK, SALTIN B. Evidence for prescribing as therapy in chronic disease *Scand. J Med Sci Sports* 2006, **16** : 5-65

PETERSON L, JUNGE A, CHOMIAK J, GRAF-BAUMANN T, DVORAK J. Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *Am J Sports Med* 2000, **28** : S51-S57

POWELL KE, HEATH GW, KRESNOW MJ, SACKS J, BRANCHE CM. Injury rates from walking, gardening, weightlifting, outdoor bicycling, and aerobics. *Med Sci Sports Exerc* 1998, **30** : 1246-1249

PRESSMAN MD, JOHNSON DH. A review of ski injuries resulting in combined injury to the anterior cruciate ligament and medial collateral ligaments. *Arthroscopy* 2003, **19** : 194-202

ROBINEAU S, NICOLAS B, GALLIEN P, PETRILLI S, DURUFLE A, et coll. Renforcement musculaire isocinétique excentrique chez des patients atteints de sclérose en plaque. *Ann Réadapt Med Physique* 2005, **48** : 29-33

ROCHCONGAR P. Épidémiologie des ruptures du ligament croisé antéro-externe du genou en région Bretagne (4000 cas). Données non publiées

ROCHCONGAR P, BRYAND F, BUCHER D, FERRET JM, EBERHARD D, et coll. Étude épidémiologique du risque traumatique des footballeurs français de haut niveau. *Science et sports* 2004, **19** : 63-68

RODDY E, ZHANG W, DOHERTY M, ARDEN NK, BARLOW J, et coll. Evidence-based recommendations for the role of exercise in the management of osteoarthritis of the hip or knee-the MOVE consensus. *Rheumatology* 2005, **44** : 67-73

RUWE PA, PINK M, JOBE FW. The normal and the painful shoulders during the break-stroke. Electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles. *Am J Sports Med* 1994, **22** : 789-798

SALLIS RE, JONES K, SUNSHINE S. Comparing sports injuries in men and women. *Int J Sports Med* 2000, **22** : 420-423

SCHNEIDER S, SEITHER B, TÖNGES S, SCHMITT H. Sports injuries: population based representative data on incidence, diagnosis, sequelae, and high risk groups. *Br J Sports Med* 2006, **40** : 334-339

SNYDER RA, KOESTER MC, DUNN WR. Epidemiology of stress fractures. *Clin Sports Med* 2006, **25** : 37-52

STEVENSON M, FINCH C, HAMER P, ELLIOTT B. The Western Australian sports injury study. *Br J Sports Med* 2003, **37** : 380-381

THELIN N, HOLMBERG S, THELIN A. Knee injuries account for the sports-related increased risk of knee osteoarthritis. *Scand J Med Sci Sports* 2006, **16** : 329-333

TORG JS, CORCORAN TA, THIBAUT LE, PAVLOV H, SENNETT BJ, et coll. Cervical cord neurapraxia: classification, pathomechanics, morbidity, and management guidelines. *J Neurosurg* 1997, **87** : 843-850

TYLER TF, NICHOLAS SJ, CAMPBELL RJ, DONELAN S, MCUGH P. The effectiveness of a preseason exercise program to prevent adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med* 2002, **30** : 680-683

VAN DEN ENDE, VLIET VLIELAND TP, MUNNEKE M, HAZES JM. Dynamic exercise therapy for rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2000, **2** : CD000322

VAN MECHELEN W. Running injuries. A review of the epidemiological literature. *Sports Med* 1992, **14** : 320-335

VEJE K, HYLLESTED JL, OSTERGAARD K. Osteoarthritis. Pathogenesis, clinical features and treatment. *Ugeskr Laeger* 2002, **164** : 3173-3179

VERHAGEN EA, VAN MECHELEN W, DE VENTE W. The effect of preventive measures on the incidence of ankle sprains. *Clin J Sport Med* 2000, **10** : 291-296

VIGNON E, VALAT JP, ROSSIGNOL M, ROZENBERG S, THOUMIE P, et coll. Arthrose du genou et de la hanche et activité: revue systématique internationale et synthèse (OASIS). *Revue du rhumatisme* 2006, **73** : 736-752

VISURI T, HONKANEN R. Total hip replacement: its influence on spontaneous recreation exercise habits. *Arch Phys Med Rehabil* 1980, **61** : 325-328

VUORI IM. Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc* 2001, **33** : S551-S586

WALTER SD, HART LE, MCINTOSH JM, SUTTON JR. The Ontario cohort study of running-related injuries. *Arch Intern Med* 1989, **149** : 2561-2564

WEST SUITOR C, KRAAK VI. Adequacy of evidence for physical activity guidelines development: Workshop summary, 2007. <http://www.nap.edu/catalog/11819.html>

YZERMAN JC, VAN GALEN WCC. Blessures bij lange afstandlopers. Report, KNAU, 1987