

Étude dynamique de l'artère vertébrale lors de la mobilisation du rachis cervical

P. LE ROUX (1), A. LE NECHET (2)

(1) M.C.M.K. D.U. de biomécanique, praticien, enseignant à l'école de massokinésithérapie de Nantes, F 44230 St-Sébastien/Loire.

(2) Médecin, Laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de Nantes.

Introduction

La mobilisation passive analytique, voire la manipulation du rachis cervical donnent quelques craintes au patient désigné à subir cette manœuvre. L'inquiétude est parfois partagée par le thérapeute, qui devrait théoriquement pour chaque malade après l'interrogatoire, effectuer des tests cervicaux à la recherche d'une insuffisance vertébro-basilaire.

Ces bilans consistent à placer et à maintenir la tête en extension puis en rotation et enfin à combiner ces mouvements. Le praticien tout en maintenant cette posture doit rechercher l'apparition du vertige pouvant s'accompagner d'un nystagmus. Pour éliminer l'interférence de l'oreille interne l'examen préalable peut s'effectuer en position debout (1). Le kinésithérapeute maintient fixement entre ses mains la tête du malade qui effectue des rotations de la ceinture scapulaire à droite puis à gauche, les pieds restants fixes au sol. Si un vertige apparaît l'origine cervicale de ce symptôme est probable et la mobilisation rachidienne est contre-indiquée. L'insuffisance vertébrobasilaire fonctionnelle hémodynamique peut être retrouvée par compression de l'artère vertébrale au triangle de Tillaux. Sur un patient debout, cette compression est pratiquée dans la région sous occipitale à l'aide des deux pouces (2). Mais tous ces tests sont imparfaits (3) même si le temps de maintien postural est d'une dizaine de secondes.

Nous retrouvons d'ailleurs dans la littérature des accidents survenus lors de manipulations,

le plus souvent en rotation effectuées par des chiropractors (4-15), naturopath (16), engendrant des lésions anatomiques visibles aux examens complémentaires des artères vertébrales. Les résultats cliniques sont entre autre : infarct dans le territoire cérébelleux, quadriplégie, décès.

Les lésions des artères vertébrales se retrouvent également décrites dans des mouvements de tête répétés comme au tennis (17), ou dans des positions maintenues en yoga (18), en gymnastique aux barres parallèles (19), en peignant un plafond (20), ou au cours d'une crise d'épilepsie (21). Ces accidents relatés dans la littérature bien que rares nous ont amenés à essayer de mettre en évidence la répercussion de mouvements de la tête sur la dynamique de l'artère vertébrale.

Rappel anatomique

L'artère vertébrale se définit comme étant la première branche de l'artère subclavière au niveau de la première vertèbre thoracique. A droite, elle naît juste après la division du tronc artériel brachio-céphalique en artère carotide commune droite et artère subclavière droite. A gauche, elle naît un peu plus bas qu'à droite, à peu près dans la contiguité de la portion intrathoracique verticale de l'artère subclavière gauche (fig. 1).

On peut subdiviser son trajet en plusieurs segments.

— de son origine à son entrée dans le canal transversaire : « V1 ». L'artère se porte tout

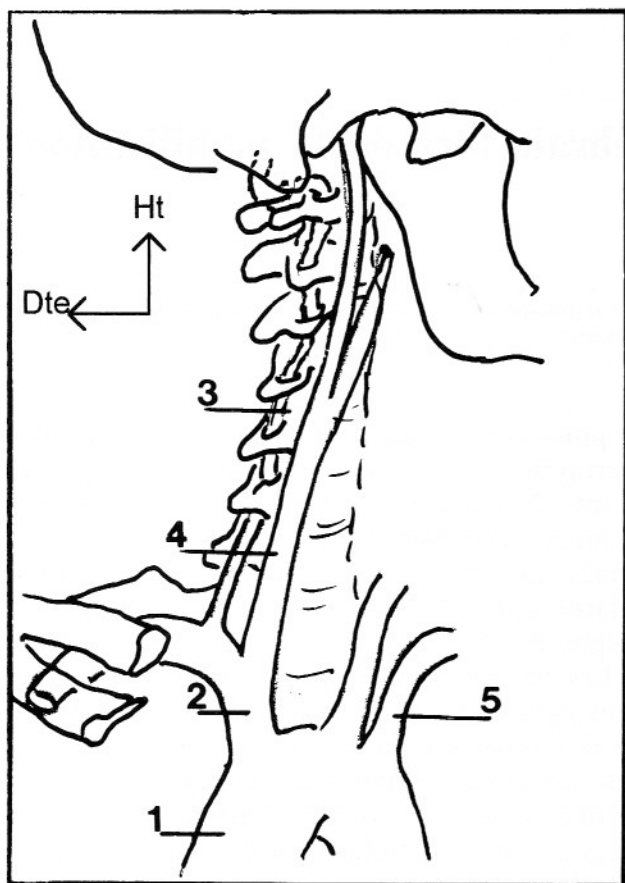


FIG. 1. - (1) crosse de l'aorte (2) tronc brachio-céphalique (3) artère vertébrale (4) artère carotide primitive (5) artère subclavière gauche.

d'abord obliquement rostralement et dorsalement dans la partie profonde de la fosse supra-claviculaire, puis elle pénètre le canal des processus transverses des vertèbres cervicales, au niveau de C6 ou de C5.

- dans le canal transversaire : « V2 », elle monte verticalement jusqu'à l'axis.

- entre l'axis et le trou occipital : « V3 » elle traverse le canal du processus transverse de l'axis, à sa sortie elle se dirige latéralement, pour entrer dans le foramen transversaire de C1 puis longe l'arc dorsal de l'atlas presque transversalement. Elle décrit alors une courbe à concavité ventromédiale embrassant la face dorsale des masses latérales de l'atlas (fig. 2). Elle perfore la membrane occipito-atloïdienne dorsale, puis la dure-mère spinale. Elle contourne obliquement la moelle allongée pour pénétrer dans le crâne par le foramen magnum.

L'artère vertébrale s'unit à celle du côté

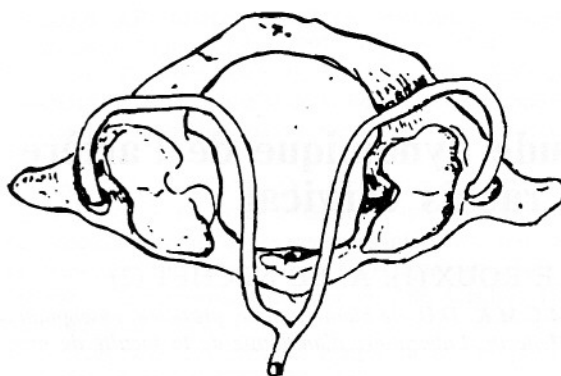


FIG. 2. - Vue supérieure de l'atlas. Trajet courbe de l'artère vertébrale entre occiput et C1.

opposé au niveau du sillon bulbo protubérantielle pour former l'artère basilaire : par son intermédiaire, elle participe à la constitution du cercle artériel de la base du cerveau (polygone de Willis).

Son calibre moyen est d'environ 4 mm, mais il est classique de noter une différence de calibre entre les deux artères droite et gauche souvent au bénéfice de la gauche.

Matériel et méthode

DISSECTION

L'expérimentation s'est faite sur 4 cadavres : 3 cadavres frais et 1 formolé. Les observations notées sur le cadavre formolé n'ont pas été retenues. En effet nous remarquons que les mouvements de la tête ne correspondent pas exactement aux mouvements physiologiques ; ils se déroulent beaucoup plus au niveau de la charnière occipito-atloïdienne qu'entre atlas et axis. La dissection est alors poussée plus loin pour chercher une cause à cette constatation. C'est en fait une arthrodèse chirurgicale qui est à l'origine de la rigidité C1C2.

Pour les 3 cadavres restant nous procédons de la façon suivante :

À la suite d'une incision permettant de luxer la clavicule nous plaçons un cathéter dans l'artère vertébrale à son origine et procédons à l'injection du latex 761 coloré en rouge pour les deux premiers cadavres : pour le dernier c'est un mélange d'essence de thérébentine et de peinture de minium qui est injecté afin de visualiser en radiologie le trajet de l'artère vertébrale.

Pour quantifier la mobilité de l'artère vertébrale dans ces 3 segments V1, V2, V3 nous plaçons des repères sur

l'artère vertébrale d'une part et sur les vertèbres d'autre part. En position neutre ces 2 repères osseux et artériels sont au même niveau. Nous procédons ensuite aux mouvements maximum permis par les articulations du rachis cervical, nous observons le comportement de l'artère et mesurons la distance millimétrique séparant les 2 repères.

RADIOANATOMIE DU CADAVRE

Après injection du produit de contraste mentionné précédemment, nous prélevons le thorax et l'extrémité céphalique du troisième cadavre pour le radiographier lors des différents mouvements imprimés par le praticien.

RADIOANATOMIE DYNAMIQUE SUR LE VIVANT

Nous avons sur un sujet témoin réalisé des clichés de face et de profil lors d'une angiographie humérale gauche rétrograde. Les mouvements étudiés sont l'inclinaison homolatérale et la rotation controlatérale.

Résultats

ANATOMIE

– Dans le segment V1 l'artère est mobile dans tous les mouvements, surtout dans ceux de rotation extension. Ce sont des mouvements de faible amplitude < 3 mm.

– Dans le segment V2 l'artère est immobile, elle est protégée par le tunnel osseux et par une attache à ce tunnel qui empêche tout mouvement par rapport à lui. Elle est entourée d'un lac veineux qui est lui-même fixé au canal transversaire.

TABLEAU I. – Mobilité en mm de l'artère vertébrale par rapport au repère osseux à l'étage C1C2 lors des mouvements passifs extrêmes.

Flexion	Extension	Rotation homolatérale	Rotation homolatérale et extrême	Rotation homolatérale et INCL controlatérale	Inclinaison controlatérale
0 mm	0	0,5	1	1	1
		Rotation controlatérale	Rotation controlatérale + extrême	Rotation controlatérale + INCL homolatérale	Inclinaison homolatérale
		4	7	7	6

– Dans le segment V3, nous ne mettons pas en évidence de mouvement de l'artère entre le crâne et l'atlas quel que soit la mobilisation passive sauf lors de l'extension (1 mm). Pour l'étage vertébral sous-jacent (*tableau I*) la mobilité d'une artère est importante lors de la rotation controlatérale à celle-ci, d'autant plus qu'elle est combinée à une extension ou à une inclinaison homolatérale. L'inclinaison homolatérale pure entraîne également un grand déplacement de 6 mm. Il faut noter qu'au début du mouvement et pendant une partie de son déroulement qui n'a pas été chiffrée, l'artère vertébrale reste quasiment immobile. Ce n'est qu'en fin de course que l'artère est mise en tension et change de position. Ce tiraillement, et cette compression ne concerne qu'un des deux vaisseaux.

TABLEAU II. – Résumé de statistiques de rééducation isocinétique.

Série	Mode	Vitesse (deg/s)	Temps écoulé (sec)	Répétitions complètes	Moment maximal 1 (N > m)	Moment maximal 2 (N > m)	Travail total 1 (N > m)	Travail total 2 (N > m)	Puissance 1 (watt)	Puissance 2 (watt)
1	Isocinétique	90/90	6	5	348.6	193.7	773.4	301.8	227.5	85.5
2	Isocinétique	120/120	5	5	295.3	174.3	452.5	288.6	149.8	99.5
3	Isocinétique	60/60	9	5	348.3	230.0	1075.3	477.7	222.2	98.9

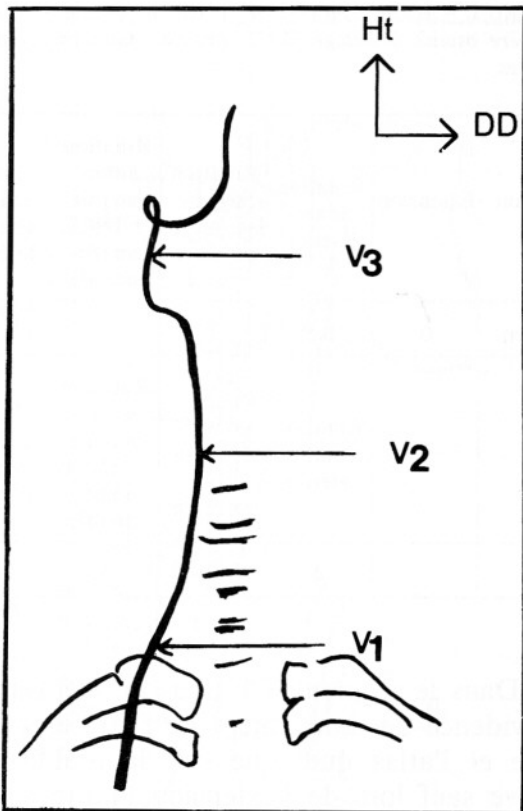


FIG. 3. – Vue de face : boucle de l'artère vertébrale bien « déroulée » en position standard.

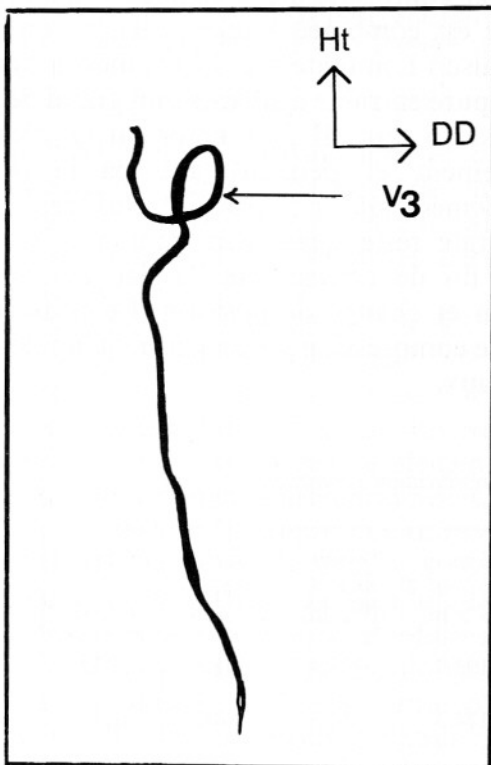


FIG. 4. – Vue de face : boucle plus coudée en position de rotation.

RADIOANATOMIE

– Sur le cadavre, il n'est pas possible de faire une analyse fine des mouvements dans les trois plans de l'espace puisque les clichés ne sont pris que de face. Néanmoins, nous visualisons le déroulement harmonieux ou non de la boucle de l'artère signant ainsi la possibilité de compression (fig. 3 et 4). Nous ne retrouvons pas ici la notion d'inclinaison homolatérale traumatisante, par contre l'inclinaison controlatérale semble l'être. Les autres résultats confirment ceux trouvés au laboratoire d'anatomie.

– Sur le vivant, lors de l'inclinaison homolatérale nous remarquons dans le segment « V3 » entre atlas et axis une boucle artérielle plus coudée que sur le cliché témoin. Ceci se remarque sur la vue de profil. Lors de la rotation controlatérale une coudure plus marquée est observée sur le cliché de face.

Discussion

Dans le segment « V3 », l'artère vertébrale est mise en situation d'étirement et de coudure lors des mouvements extrêmes imposés au rachis cervical. Ce sont l'inclinaison homolatérale, la rotation controlatérale dans leur composante pure ou associés entre eux, ou avec un mouvement d'extension qui semblent les plus traumatisants. Nos résultats sur cadavres et sur vivants corroborent les travaux précédents. Dès 1927 et 1933 (22, 23) De Kleyn à la suite d'une étude sur une série de cadavres conclut que le flux sanguin de l'une des artères vertébrales pouvait s'arrêter si la tête est tournée du côté controlatéral à celle-ci et légèrement en extension. Tatlow et Bammer en 1957 (24) par radiographie après injection sur cadavres montrent également l'élargissement de la lumière d'une artère vertébrale entre atlas et axis lors de la rotation controlatérale du rachis. Toole et Tucker en 1960 (25) ont des résultats plus dispersés mais soulignent la possibilité de compression de l'artère vertébrale ou de l'artère carotide interne dans le segment « V3 ». La diminution du flux artériel est observée rapidement pour des amplitudes de

mouvement en flexion, extension ou rotation de moins de 45° et d'inclinaison en dessous de 30°. Ceci s'explique par l'âge moyen de 78 ans de leurs 21 cadavres. L'effet de l'âge est incontestable sur la circulation artérielle. Hutchinson et Yates en 1956 (26) poursuivant des travaux du début du siècle confirment l'asymétrie anatomique des artères vertébrales, l'artère gauche étant souvent plus large que la droite ; mais insistent sur la présence significative d'athérome diminuant la lumière artérielle dans 19 cas sur 48 ainsi que les ostéophytes distordant les artères vertébrales dans leur passage du canal transversaire.

Dans une population âgée, l'ensemble de ces facteurs augmente le risque d'infarct cérébral qui peut apparaître au lever à la suite d'une position de tête longtemps maintenue pendant le sommeil. Cela traduit la compression mécanique des vaisseaux du rachis cervical. Une étude similaire effectuée par Sheehan et Bauer en 1960 (27) sur une population vivante plus jeune grâce à une artériographie transbrachiale vertébrale retrouve les compressions osseuses dans le segment « V2 », sources d'insuffisance vertébrobasilaire dynamique dans les mouvements d'hyperextension et de rotation du rachis. Ceci s'ajoute à l'étroitesse physiologique dans le segment « V3 » de l'artère vertébrale qui apparaît chez tous les sujets durant la rotation de la tête. Ces mêmes auteurs en 1961 (28) retrouvent sur 71 sujets vivants hospitalisés pour accidents vasculaires cérébraux 30 % porteurs d'une ou de deux artères carotides ou vertébrales tortueuses ou repliées, 13 % concernent l'artère vertébrale. Ces nœuds et tortuosités sont le fait d'athérosclérose, cervicarthrose et défaut de développement anatomique. Lors de la rotation du rachis cervical de sujets normaux, ils observent une compression de l'artère vertébrale controlatérale contre la masse latérale de l'atlas et une compression de la carotide interne controlatérale contre le processus transverse de l'atlas. Depuis cette étude, des travaux sur sujets vivants comme ceux de Faris et coll. cité par Dunne (16) ont été entrepris et aboutissent à des résultats identiques.

Au travers de la revue de littérature nous pouvons mentionner que les accidents au cours

des manipulations surviennent principalement par la coexistence de plusieurs facteurs chez le sujet âgé : la compression mécanique osseuse des artères liée au phénomène de vieillissement ostéoarticulaire et une diminution de la lumière artérielle par athérosclérose. Chez le sujet jeune la cause principale est le défaut congénital de développement. Surajouté au phénomène d'écrasement ou d'étirement de l'artère vertébrale, le mouvement forcé de rotation entraîne une dissection de l'artère c'est-à-dire une déchirure de l'intima suivie d'un spasme vasculaire. Dans les heures suivantes une aggravation peut apparaître due à la formation d'un thrombus vertébrobasilaire.

Conclusion

Les mouvements de rotation, d'inclinaison sont utilisés très fréquemment en thérapie manuelle du rachis cervical. Ils peuvent être dangereux en étirant ou en écrasant une des deux artères vertébrales, principalement dans sa portion supérieure appelée « V3 », et lorsque l'amplitude du mouvement est maximale.

Pour une artère vertébrale donnée, ce sont la rotation controlatérale, l'inclinaison homolatérale ou l'association de ces mouvements qui entraînent le plus grand déplacement du vaisseau.

Références

1. CORRIGAN B, MAITLAND GD. *Médecine orthopédique pratique*. Paris : Masson, 1986 ; 390-1.
2. VITTE E. Vertiges in *Les troubles de l'équilibre*. Dupont Ph. Paris : Frison Roche, 1992 ; 28-43.
3. DO MARCO NJ. La manipulation cervicale. *Kinésith Scient* 1993 ; 323 : 40-2.
4. PONGE T, COTTIN S. Accident vasculaire vertébrobasilaire après manipulation du rachis cervical. *Rev Rhum* 1989 ; 56 : 545-8.
5. ALI CHERIF A, DELPUECH F, HABIB M *et al.* Thrombose vertébrobasilaire après manipulation du rachis. *Ann Med Phys* 1983 ; 25 : 459-65.
6. KRIEGER D, LEIBOLD M. Dissektionen der arteria vertebralis nach cervicalen chiropraktischen manipulationen. *Dtsch Med Wschr* 1990 ; 15 : 580-3.

7. FOURNIER C. Atteinte grave des artères vertébrales après manipulation. *Rev Fr De* 1988 ; 14 : 77.
8. SCHELLAS KP, LATCHAW RE, WENDLING LR et al. Vertebrobasilar injuries following cervical manipulation. *JAMA* 1980 ; 13 : 1451-3.
9. FAST A, ZINICOLA DF. Vertebral artery damage complicating cervical manipulation. *Spine* 1987 ; 9 : 840-2.
10. CELLERIER P, GEORGET AM. Dissection des artères vertébrales après manipulation du rachis cervical. *J Radiol* 1984 ; 3 : 191-6.
11. MUELLER S, SAHS MS. Brain stem dysfunction related to cervical manipulation. *Neurology* 1976 ; 26 : 547-50.
12. PRAT THOMAS HR, BERGER KE. Cerebellar and spinal injuries after chiropractic manipulation. *JAMA* 1947 ; 133 : 600-3.
13. SMITH RA, ESTRIDGE MN. Neurologic complications head and neck manipulation. *JAMA* 1962 ; 5 : 528-31.
14. JOYNT RJ. Vascular accident to the brain stem associated with neck manipulation. *JAMA* 1959 ; 5 : 522-3.
15. KANSHEPOLSKY J, DANIELSON H, FLYNN RE. Vertebral artery insufficiency and cerebellar infarct due to manipulation of the neck. *Bull Los Angeles Neurol Soc* 1972 ; 37 : 62-6.
16. DUNNE JW, CONACHER GN. Dissecting aneurysms of the vertebral arteries following cervical manipulation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987 ; 50 : 349-53.
17. ROUALDES G, LARTIGUE C, BOUDIGUE MD et al. Dissection de l'artère vertébrale dans sa portion extra-crânienne après un match de tennis. *Presse Med* 1985 ; 41 : 2108.
18. HANUS SH, HOMER TD, HARTER DH. Vertebral artery occlusion complicating yoga exercises. *Arch Neurol* 1977 ; 34 : 574-5.
19. NAGLER W. Vertebral artery obstruction by hyperextension of the neck. *Arch Phys Med Rehabil* 1973 ; 54 : 222-3.
20. OKAWARA S, NIBELINK D. Vertebral artery occlusion following hyperextension and rotation of the head. *Stroke* 1974 ; 5 : 640-2.
21. YOUNG CA, CHADWICK DW, HUMPHREY PRD. Extracranial vertebral artery dissection following tonic clonic seizure. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1991 ; 54 : 365-6.
22. DE KLEYN A, NIEUWENHUYSE P. Schwindelanfälle und nystagmus beider bestimmten stellung des koples. *Acta Otolaryngol* 1927 ; 11 : 155-7.
23. DE KLEYN A, VERSTEEGH C. Über verschiedene formen von Meniere's syndrome. *Z Neurol* 1933 ; 132 : 157-89.
24. TATLOW WFT, BAMMER HG. Syndrome of vertebral artery compression. *Neurology* 1957 ; 7 : 331-40.
25. TOOLE JF, TUCKER SH. Influence of head position upon cerebral circulation. *AMA Arch Neurol* 1960 ; 2 : 616-23.
26. HUTCHINSON EC, YATES PO. The cervical portion of the vertebral artery : a clinico-pathological study. *Brain* 1956 ; 79 : 319-31.
27. SHEEHAN S, BAUER RB, MEYER JS. Vertebral artery compression in cervical spondylosis. *Neurology* 1960 ; 10 : 968-86.
28. BAUER R, SHEENAN S, MEYER JS. Arteriographic study of cerebrovascular disease. *Arch Neurol* 1961, 4 : 119-31.

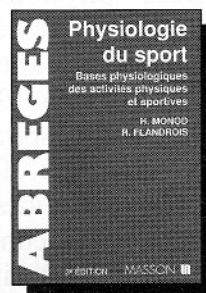
MASSON 

PHYSIOLOGIE DU SPORT

bases physiologiques des activités physiques et sportives

H. MONOD, R. FLANDROIS

Comprendre l'homme en activité implique de connaître les mécanismes de fonctionnement et de régulation de l'organisme qui entrent en jeu. Cet ouvrage didactique, à la fois théorique et pratique, expose les données classiques sur l'énergétique musculaire, les adaptations cardiaques et respiratoires, les régulations endocriniennes, la nutrition. Cette 3^e édition intègre les acquis récents des nombreuses études réalisées dans les laboratoires s'occupant d'exercice musculaire, de performance et de biomécanique qui ont donné lieu à de profonds remaniements. Les problèmes particuliers posés par l'exercice physique en altitude et en plongée ainsi que par l'exploration biologique du sportif font l'objet de chapitres distincts, exigeant une bonne codification des tests utilisés.



1994, 3^e édition,
broché, 248 pages,
98 figures,
(13,5 x 21), 150 F*

Ouvrage en vente en
librairie ou à la M.L.S.

A COMPLÉTER ET À RETOURNER À LA MAISON DU LIVRE SPÉCIALISÉ - BP 36 - 41354 VINEUIL CEDEX

Je désire commander :

..... ex. de *Physiologie du sport* de H. Monod

à 150 F* (ISBN 2-225-84362-7)

Ci-joint mon chèque de F libellé à l'ordre de M.L.S.

Nom Prénom
Adresse

Code Postal Ville

Frais d'envoi : pour 1 vol. 20 F (étranger : 30 F), pour chaque volume supplémentaire 10 F.

Franco de port pour toute commande supérieure à 1 000 F.

* Prix public TTC au 01.06.94

3087

**BON
DE
COMMANDE**