

Thierry Paillard



STAPS/Kinés

Médecins du sport

Entraînement et **plasticité** de la **fonction posturale** et d'équilibration

Théorie et pratique
Les bases de la performance sportive



de**boeck** **B**
SUPÉRIEUR

Thierry Paillard

Entraînement et plasticité de la fonction posturale et d'équilibration

Théorie et pratique
Les bases de la
performance sportive

Pour toute information sur notre fonds et nos nouveautés,
consultez notre site web :

www.deboecksuperieur.com

© De Boeck Supérieur s.a., 2025
Rue du Bosquet, 7 – 1348 Louvain-la-Neuve

Tous droits réservés pour tous pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.

Dépôt légal :
Bibliothèque nationale, Paris : août 2025
Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles : 2025/13647/096

ISBN 978-2-8073-6883-5

Sommaire

Définitions.....	5
Acronymes.....	8
Introduction.....	9
 Chapitre 1. La somesthésie.....	 11
1. La proprioception.....	11
2. L'extéroception.....	12
3. L'intéroception.....	12
 Chapitre 2. La régulation de la posture et du tonus.....	 13
1. La posture.....	13
2. Le tonus ou tonus musculaire.....	13
3. Les différents types de tonus.....	13
4. Le tonus postural.....	14
5. La régulation tonico-posturale.....	15
 Chapitre 3. La régulation de l'équilibre.....	 16
1. Principe.....	16
2. Différents types d'équilibre.....	17
3. La fonction posturale et d'équilibration.....	17
4. Analyse quantitative et qualitative de l'équilibre postural.....	18
5. La représentation corporelle dans l'espace.....	22
 Chapitre 4. Les adaptations à l'exercice aigu de la fonction posturale et d'équilibration.....	 23
1. L'exercice d'échauffement.....	23
2. L'exercice fatigant.....	38
 Chapitre 5. Les adaptations à l'exercice chronique (ou à l'entraînement) de la fonction posturale et d'équilibration.....	 53
1. Les adaptations structurelles et fonctionnelles de la fonction d'équilibration à la pratique sportive.....	53
2. Adaptations posturales multifactorielles et systémiques.....	67
3. Les adaptations controlatérales.....	70

Chapitre 6. Les adaptations spécifiques à l'entraînement de la fonction posturale et d'équilibration	73
1. Considérations gestuelles	73
2. Considérations matérielles et environnementales	75
Chapitre 7. L'influence de la jambe dominante	79
1. Comparaisons posturales entre la jambe dominante et la jambe non-dominante.	80
2. Existe-t-il une différence posturale tangible entre la jambe dominante et la jambe non dominante ?	80
3. Facteurs d'influence liés aux conditions environnementales et expérimentales	81
4. Facteurs intrinsèques d'influence	84
5. Synthèse	86
Chapitre 8. La relation entre l'expertise motrice ou sportive et les habiletés posturales et d'équilibration	87
1. Condition d'évaluation	88
2. Performance posturale et performance sportive	88
3. Stratégie posturale et performance sportive	92
Chapitre 9. Habiletés posturales et prédispositions naturelles individuelles	97
Chapitre 10. Entraînabilité posturale individuelle	99
Chapitre 11. Transfert entre les habiletés posturales et les habiletés motrices. ..	100
Chapitre 12. Les techniques et méthodes d'entraînement de la fonction posturale et d'équilibration	101
1. Les lois d'adaptation de la fonction posturale et d'équilibration	101
2. Les techniques et procédés d'entraînement	102
3. Les méthodes et stratégies d'entraînement	102
4. Les conditions favorables et défavorables	103
5. Le port d'équipement propre à la pratique sportive	103
6. La programmation de l'entraînement postural et d'équilibration	104
Chapitre 13. Propositions d'exercices posturaux et d'équilibration	107
1. Exemples d'exercices généraux	107
2. Exemples d'exercices orientés	117
3. Exemples d'exercices spécifiques et écologiques	120
Conclusion	125
Références	126

Définitions

Action musculaire concentrique : les points d'insertion se rapprochent et le muscle se raccourcit.

Action musculaire excentrique : les points d'insertion s'éloignent et le muscle s'allonge.

Action musculaire statique ou **isométrique** : le muscle se contracte en conservant la même longueur (même distance entre les points d'insertion).

Ajustements posturaux : ce sont des mécanismes qui contrôlent l'organisation posturale (ou les positions et déplacements de l'ensemble des segments corporels) en coordonnant les commandes motrices visant à anticiper, contrôler/accompagner et compenser toute action susceptible de perturber l'équilibre corporel.

Ajustement postural anticipé : il s'agit d'un mécanisme d'anticipation (*a priori*) qui prépare l'organisme à une perturbation qui va suivre (inhérente à un mouvement volontaire) de façon à minimiser les déplacements du centre de gravité (avant l'initiation du mouvement).

Ajustement postural compensé : il s'agit d'un mécanisme de compensation (*a posteriori*) qui se déclenche après une perturbation (pouvant compromettre l'équilibre) et assure des réponses rapides, stéréotypées et involontaires pouvant être assimilées à des réflexes d'accompagnements posturaux (se déroulant au cours du mouvement) et de réactions posturales (se déroulant après le mouvement).

Apprentissage moteur : c'est un processus d'acquisition d'automatismes sensori-moteurs engendrant des modifications durables du comportement d'un sujet.

Coordination : c'est la capacité à déclencher simultanément plusieurs actions motrices (ou segmentaires) et à les synchroniser dans un mouvement global économique, juste et précis.

Dynamesthésie : indique la direction, le sens et l'intensité de la force musculaire.

Entraînabilité : c'est la capacité d'adaptation (plus ou moins importante) de l'organisme à l'entraînement.

Entraînement : c'est un processus d'actions complexes et variées dont le but est d'agir de façon méthodique et adaptée sur le développement de la performance sportive.

Expert (expertise motrice/sportive) : c'est un spécialiste d'une activité particulière (e.g., football, tennis) qui est capable d'exécuter des habiletés motrices particulièrement efficaces dans sa pratique.

Extéroception : sensibilité aux stimulations extérieures à l'organisme perçues au contact du corps (le toucher, le goût ou la gustation) ou à distance (vision, audition, olfaction).

Habileté motrice : c'est une capacité à reproduire un acte moteur prédéfini selon une efficacité maximale pour un effort minimal.

Intéroception : sensibilité qui renseigne sur l'état interne du corps (douleur, soif, faim et température corporelle).

Kinesthésie : renseigne sur le sens du mouvement (direction et vitesse).

Mouvement programmé : c'est un acte moteur qui contient une succession d'opérations motrices (ou mouvements mono ou polysegmentaires) structurées, coordonnées et continues et qui atteint l'objectif visé avec un maximum de justesse (espace) et de précision (temps).

Performance : c'est l'exploitation maximale du potentiel d'un individu dans des conditions données à un moment précis dans une discipline (sport, musique ou autre).

Performance posturale : peut-être caractérisée différemment selon la condition et l'objectif de l'évaluation posturale. Ainsi, la performance posturale peut faire référence à la capacité à maintenir l'équilibre dans des conditions posturales particulièrement difficiles ou précaires (e.g., en appui tendu renversé ou équilibre en double-appui manuel, équilibre monopodal dynamique) et à résister à la chute et au déséquilibre. Dans ce cas, le test est réussi ou échoué, la performance est jugée sur la réussite ou l'échec. La performance peut également faire référence à la capacité à minimiser au maximum les oscillations posturales durant un examen ou un test conventionnel (e.g., condition posturale bipodale statique). Dans ce cas, le niveau de performance posturale est inversement proportionnel aux valeurs cinétiques (caractéristiques spatio-temporelles du déplacement du CP), cinématographiques (caractéristiques spatio-temporelles du déplacement angulaire des différents segments corporels) et électromyographiques (enveloppes) mesurées. En fait, plus le déplacement du centre de masse, du centre des pressions, des segments corporels et/ou l'activité électromyographique des muscles posturaux est faible, meilleure est la performance posturale.

Plasticité cérébrale : s'assimile dans le cadre de l'apprentissage moteur à des adaptations corticales et cérébrales structurelles et fonctionnelles durables.

Programme moteur : c'est une succession d'opérations implantées dans un ensemble de circuits nerveux qui s'active par des commandes musculaires descendantes structurées et déclenche une séquence motrice indépendamment de toute rétroaction périphérique (afférence).

Proprioception : sensibilité qui renseigne sur la position et les mouvements du corps et des segments dans l'espace, et ce, à tout moment.

Raideur musculaire : c'est le rapport entre la tension (force) musculaire et la longueur du muscle. Le changement de longueur du muscle influence/impacte de façon non linéaire ce rapport, c'est-à-dire qu'il y a une variation non linéaire du rapport.

Réflexe : c'est une réponse motrice rapide, involontaire et prévisible (stéréotypé) à un stimulus.

Somesthésie : ensemble des sensations (informations) perçues par l'organisme à travers la proprioception, l'extéroception et l'intéroception.

Statessthésique : informe sur le sens de la position (position angulaire).

Stratégie posturale : peut être définie sur la base de l'organisation spatiale des différents segments corporels (organisation géométrique des segments corporels) ainsi que sur

l'étendue et l'ordre de recrutement des différents muscles activés (localisation et chronologie des réponses musculaires) pour réguler l'équilibre et la posture. Les différents capteurs sensoriels impliqués dans la régulation de l'équilibre (visuels, vestibulaires, proprioceptifs, cutanés) et de la posture ainsi que le poids (proportion) des différentes informations sensorielles et/ou l'implication préférentielle des différentes boucles neuronales (boucle courte myotatique, boucle moyenne et non spécifique cérébelleuse et réticulaire, boucle longue visuo-vestibulaire) peuvent également contribuer à décrire la stratégie posturale.

Temps prémoteur : c'est le délai entre le signal (e.g., visuel, auditif, cutané) et l'apparition des signaux électromyographiques initiateurs d'un mouvement (segmentaire ou corporel).

Temps moteur : c'est le délai entre l'apparition des signaux électromyographiques et l'apparition du mouvement (segmentaire ou corporel).

Acronymes

CP : centre des pressions des pieds

CM : centre masse (d'un corps)

EMG : électromyographie (ou électromyographique)

FMV : force maximale volontaire

PAP : potentialisation post-activation (contraction musculaire volontaire)

PPT : potentialisation post-tétanique (contraction musculaire électro-induite)

SNC : système nerveux central

SNP : système nerveux périphérique

UM : unité motrice

Introduction

Il n'est plus à démontrer que la performance motrice/sportive et la performance posturale sont étroitement liées. Les individus présentant les meilleures performances sportives sont également ceux qui présentent les meilleures performances posturales et d'équilibration. L'entraînement de la fonction posturale et d'équilibration s'avère donc crucial pour optimiser la performance sportive. La sphère de la haute performance sportive en a pris conscience relativement récemment. Les entraîneurs, préparateurs physiques, conseillers techniques sportifs et autres intègrent désormais quasi-systématiquement des exercices de développement ou d'entretien des habiletés posturales et d'équilibration dans leur entraînement.

Cependant, ces exercices sont relativement empiriques et reposent davantage sur des observations et expériences pratiques et personnelles que sur des analyses et expérimentations scientifiques réalisées ou vérifiées.

Le but de cet ouvrage est justement de faire le point à partir des données issues de la littérature scientifique traitant des adaptations posturales réellement induites par l'entraînement et des techniques et des méthodes d'entraînement de la fonction posturale et d'équilibration les plus pertinentes, tout en proposant des exemples d'exercices pratiques en fonction des différents objectifs ou périodes d'entraînement.

La somesthésie

L'organisme humain éveillé peut à tout moment recueillir des informations provenant de son environnement à travers ses cinq sens (vue, ouïe, toucher, odorat, goût) et de son milieu interne grâce à ses intérocepteurs et propriocepteurs (viscéraux et myotendino-articulaires respectivement).

Ces informations sont d'une utilité capitale pour programmer et réguler des mouvements et actes moteurs. Elles permettent au système nerveux central (SNC) d'activer et de coordonner les chaînes musculaires requises pour mobiliser les segments corporels correspondant au mouvement désiré en fonction de la condition sensorielle ressentie et/ou observée (intégrée).

Les principales structures sensorielles fondamentales pour réguler la posture et le mouvement de façon efficiente se situent dans la peau (récepteurs cutanés), les muscles (fuseaux neuromusculaires), les tendons (organes tendineux de Golgi), les articulations (récepteurs articulaires), le système vestibulaire ou labyrinthique postérieur (otolithes et canaux semi-circulaires) et l'œil (la rétine). L'ensemble des informations recueillies et transmises au SNC constituent la **somesthésie** (cf. figure 1) laquelle se subdivise en proprioception, extéroception et intéroception.

1. La proprioception

La proprioception correspond à la sensibilité qui renseigne sur la position et les mouvements du corps et des membres dans l'espace et ce à tout moment. Elle s'élabore à partir des informations qui émanent des fuseaux neuromusculaires, des tendons et des articulations lesquels forment les propriocepteurs. La sensibilité proprioceptive peut se décliner en 3 types de **sensibilité** :

- **kinesthésique** renseigne sur le sens du mouvement (direction et vitesse),
- **statesthésique** informe sur la position (position angulaire),
- **dynamesthésique** indique la direction, le sens et l'intensité de la force musculaire générée.

Les propriocepteurs sont en relation avec des afférences de gros calibres. Les informations sont transmises après les relais synaptiques jusqu'au cortex somesthésique et renseignent sur la position des différents segments corporels les uns par rapport aux autres.

Comment l'équilibre postural s'adapte-t-il sous l'effet de la pratique physique et sportive ?

Ce livre décrit de façon didactique les adaptations de la fonction posturale et d'équilibration à l'exercice physique aigu (effets de l'exercice) et chronique (effets de l'entraînement).

Sur la base d'analyses de la littérature scientifique, il décrypte :

- la spécificité des adaptations posturales à l'entraînement ;
- la relation entre l'expertise sportive et les habiletés posturales et d'équilibration ;
- la relation entre les habiletés posturales et les prédispositions naturelles individuelles ;
- les possibilités de transfert entre les habiletés posturales et les habiletés motrices ;
- et suggère des techniques et méthodes d'entraînement optimales.

L'auteur propose de multiples exercices pratiques pour chaque technique et méthode d'entraînement déclinée.



Débutant ou initié ? Identifiez respectivement les tenants et aboutissants de l'entraînement optimal de la fonction posturale et d'équilibration, et plus subtilement, les techniques et méthodes d'entraînement les plus adaptées à la pratique d'un sport particulier.

Un ouvrage de référence pour les étudiants des premier et deuxième cycles universitaires STAPS (notamment les options « entraînement sportif » et « éducation motricité » en licence et « entraînement et optimisation de la performance sportive » en master) et des formations professionnelles dans les domaines du sport et/ou de la santé.

Auteur de nombreuses publications scientifiques, **Thierry Paillard** est docteur en STAPS (physiologie de l'exercice) et docteur en neurosciences (neurophysiologie). Ancien conseiller territorial des Activités Physiques et Sportives, ancien conseiller technique de fédération sportive, il est actuellement professeur des Universités à l'université de Pau et des Pays de l'Adour et directeur du laboratoire Mouvement, Equilibre, Performance et Santé (UR 4445).

Prix : 21,90 €

ISBN : 978-2-8073-6883-5



www.deboecksuperieur.com