



PRÉVENTION DES BLESSURES CHEZ L'ATHLÈTE FÉMININE

Dr Kevin CAILLAUD PhD
Health & Performance scientist



Épidémiologie des Blessures chez l'Athlète Féminine

A. Incidence et Prévalence des Blessures



Statistiques Générales sur les Blessures

Les recherches indiquent que les athlètes féminines subissent un éventail de blessures, souvent similaires en nature mais différentes en fréquence par rapport à leurs homologues masculins.

Par exemple, une étude réalisée par Ristolainen et al. a révélé que les athlètes féminines étaient particulièrement sujettes à des blessures de surutilisation, représentant environ 50-60% de toutes leurs blessures sportives

Ristolainen, L., et al., "Injury risk in specific sports: a study of 6,632 athletes," Am J Sports Med, 2012.



Comparaison avec les Athlètes Masculins

Des études épidémiologiques démontrent que les femmes sont jusqu'à 6 fois plus susceptibles de subir des ruptures de ligaments croisés antérieurs (ACL) que les hommes (Arendt, E., et al., "Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women," J Athl Train, 1999).

Concernant les commotions cérébrales, les athlètes féminines présentent un taux plus élevé par rapport aux hommes dans des sports comparables. Par exemple, dans le football universitaire, les femmes montrent une incidence presque double de commotions cérébrales par rapport aux hommes

Dick, R., et al., "Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome," Scand J Med Sci Sports, 2007

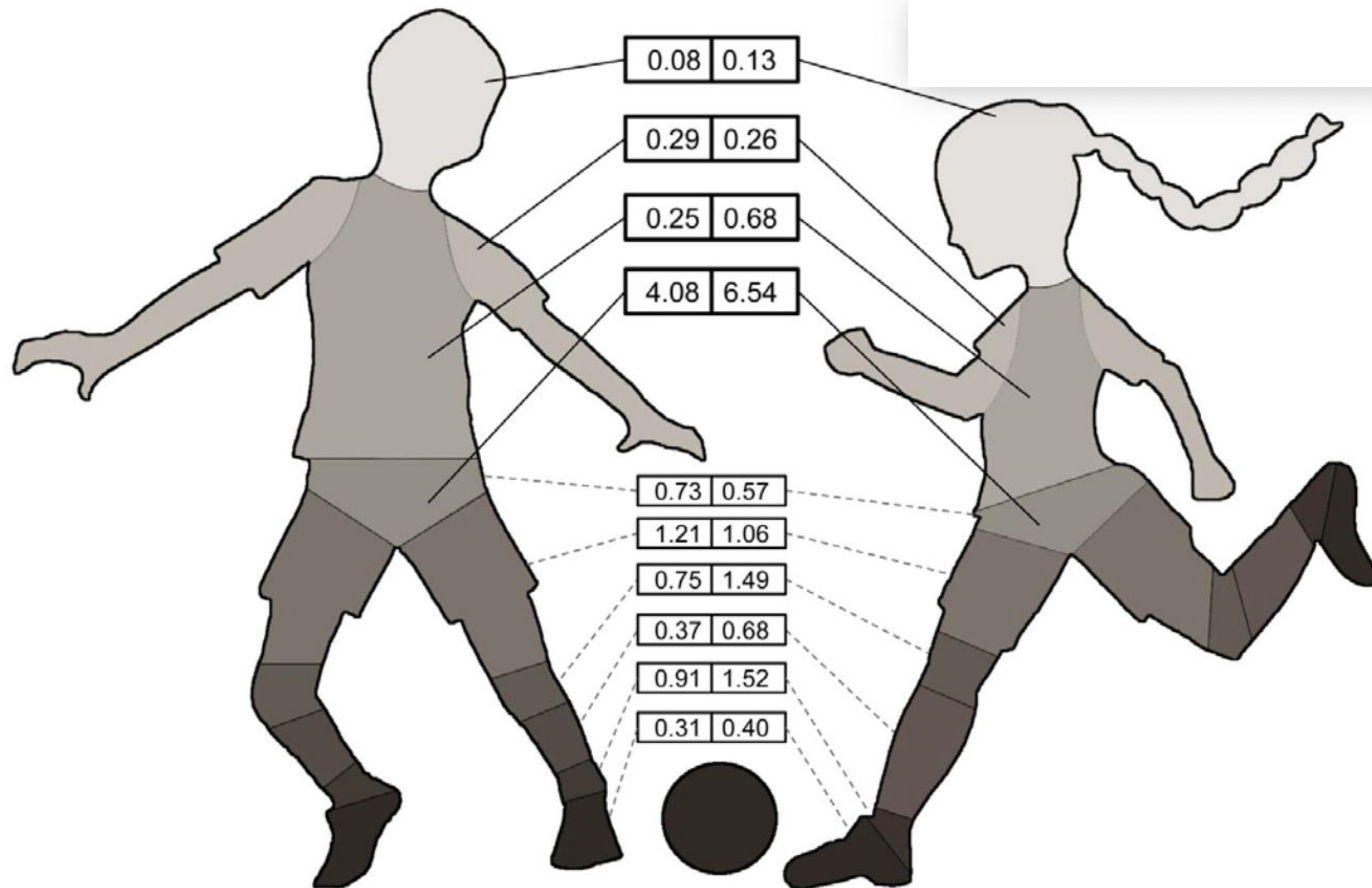


Fig. 6. Location of injuries in male (left side) and female (right side) youth football players. The upper boxes (with solid lines extending from them) represent the incidence of injury for main groups (head and neck, upper limbs, trunk, lower limbs), whereas the lower boxes (with dashed lines extending from them) represent the incidence of injury for lower extremities categories (hip/groin, thigh, knee, lower leg/Achilles tendon, ankle, foot/toe).



Épidémiologie des Blessures chez l'Athlète Féminine

B. Types de Blessures les Plus Fréquentes



Blessures Spécifiques au Sexe

Ruptures du Ligament Croisé Antérieur (ACL) :

les athlètes féminines sont particulièrement sujettes aux ruptures de l'ACL. Ces blessures sont souvent attribuées à des différences anatomiques, hormonales et neuromusculaires.

*Hewett, T.E., et al., "Mechanisms of ACL injury in female athletes,"
Orthop Clin North Am, 2000.*

Stress Fractures :

Les femmes athlètes ont un risque accru de fractures de stress, particulièrement en relation avec des déséquilibres énergétiques et des anomalies menstruelles, souvent associées au syndrome de la triade de l'athlète féminine

Nattiv, A., et al., "The female athlete triad," Med Sci Sports Exerc, 2007



Impact sur la Santé et la Performance

Conséquences à Court et à Long Terme

Les blessures sportives chez les athlètes féminines peuvent avoir des conséquences immédiates telles que la douleur et l'incapacité, mais aussi des effets à long terme comme l'arthrite et les limitations fonctionnelles.

Impact sur la Carrière Sportive

Les blessures graves, telles que les ruptures de l'ACL, peuvent entraîner des périodes prolongées d'arrêt du sport et, dans certains cas, mettre fin prématurément à la carrière sportive d'une athlète.



Facteurs Biologiques

A. Facteurs Biomécaniques

Physiology

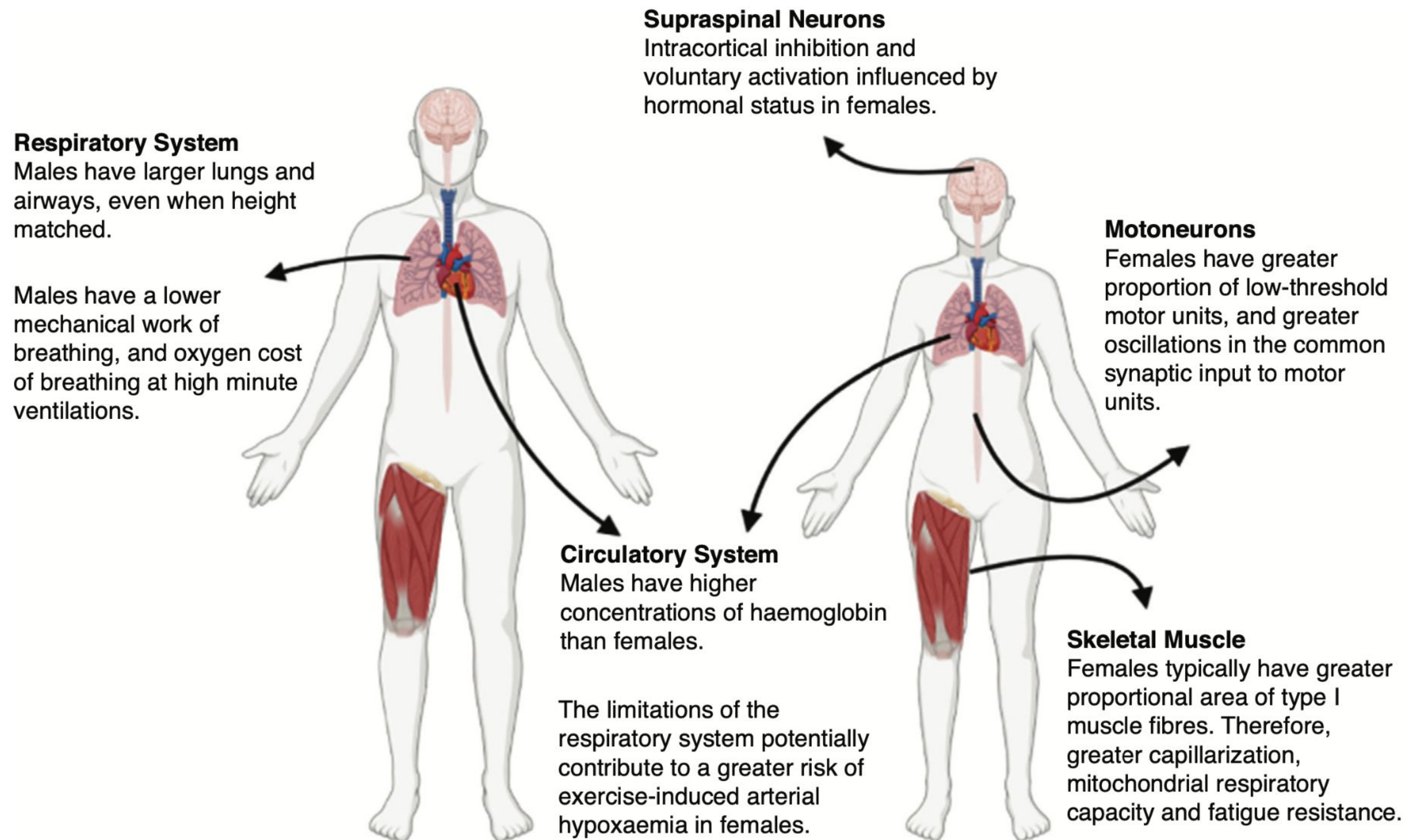


FIGURE 1 Summary of the sex differences within the key physiological systems implicated in exercise performance



Différences dans la Structure Corporelle et la Mécanique du Mouvement

Angle Q et Alignement du Genou

L'angle Q plus large chez les femmes, dû à une plus grande largeur pelvienne, contribue à un stress accru sur le genou, augmentant le risque de blessures telles que les ruptures de l'ACL

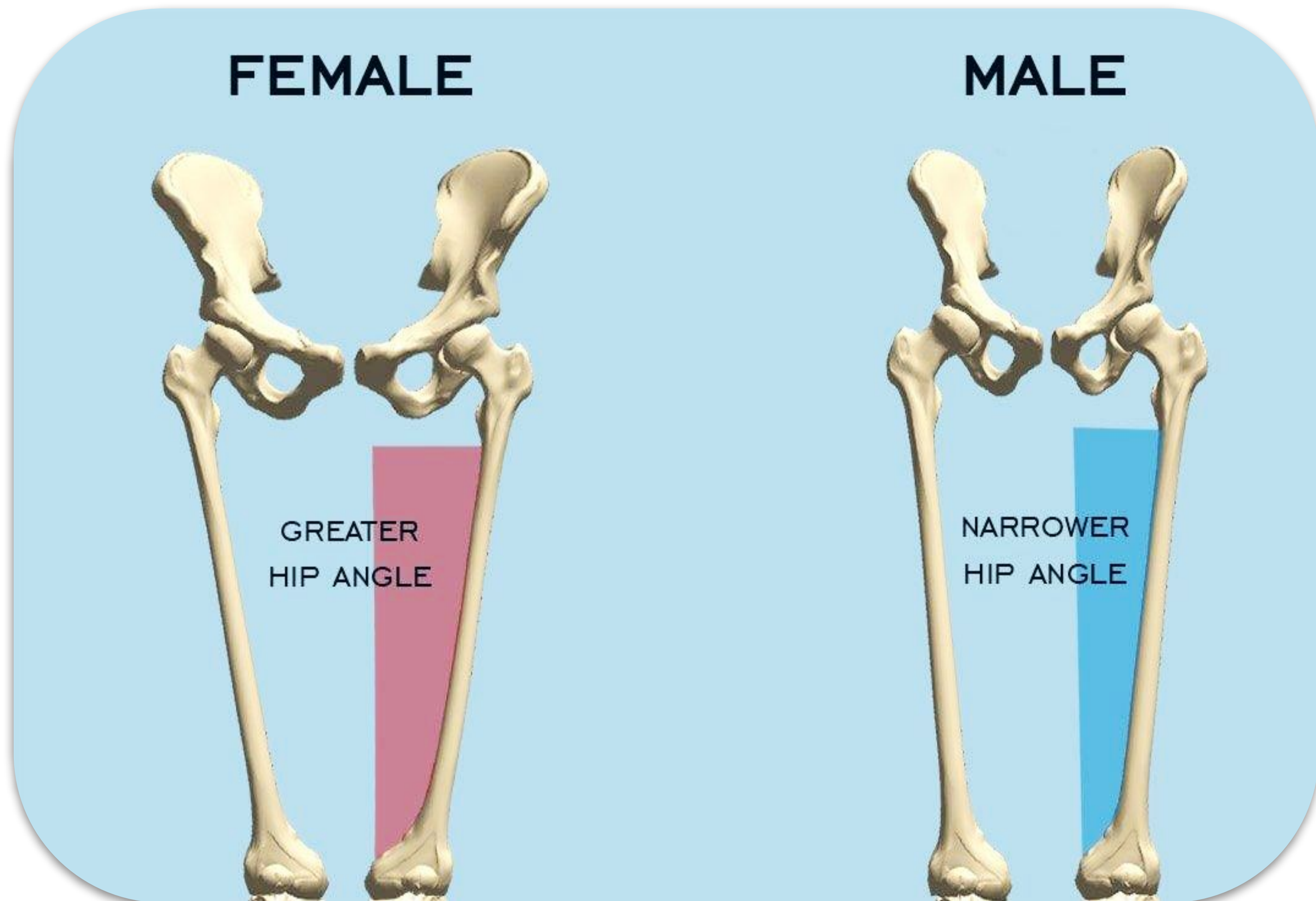
Nguyen, A.D., et al., "Knee anatomy: a brief review," Phys Ther Sport, 2011

Faiblesse Relative des Muscles Stabilisateurs

Les femmes tendent à avoir une force musculaire inférieure dans les muscles stabilisateurs de la hanche, ce qui peut affecter la stabilité du genou et augmenter le risque de blessures

Leetun, D.T., et al., "Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes," Med Sci Sports Exerc, 2004

Muskuloskeletal





Influence sur le Risque de Blessure

Distribution de la Force et de la Charge

Les différences dans la distribution de la force et la mécanique de charge peuvent expliquer pourquoi les athlètes féminines sont plus susceptibles de subir certaines blessures, comme les ruptures de l'ACL et les fractures de stress.

Mécanismes de Blessure

Les différences biomécaniques influencent également les mécanismes de blessure. Par exemple, un atterrissage ou un changement de direction avec un mauvais alignement du genou peut entraîner des blessures ligamentaires

Hewett, T.E., et al., "Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes," Am J Sports Med, 2005



Facteurs Biologiques

B. Facteurs Neurophysiologiques



Facteurs Nerveux Centraux

Traitement Sensoriel et Réaction du SNC

Les femmes et les hommes diffèrent dans la manière dont leur SNC traite les stimuli sensoriels et moteurs. Les femmes peuvent avoir une sensibilité accrue à la douleur et une réponse différente au stress, influençant ainsi leur réaction aux blessures et à la fatigue

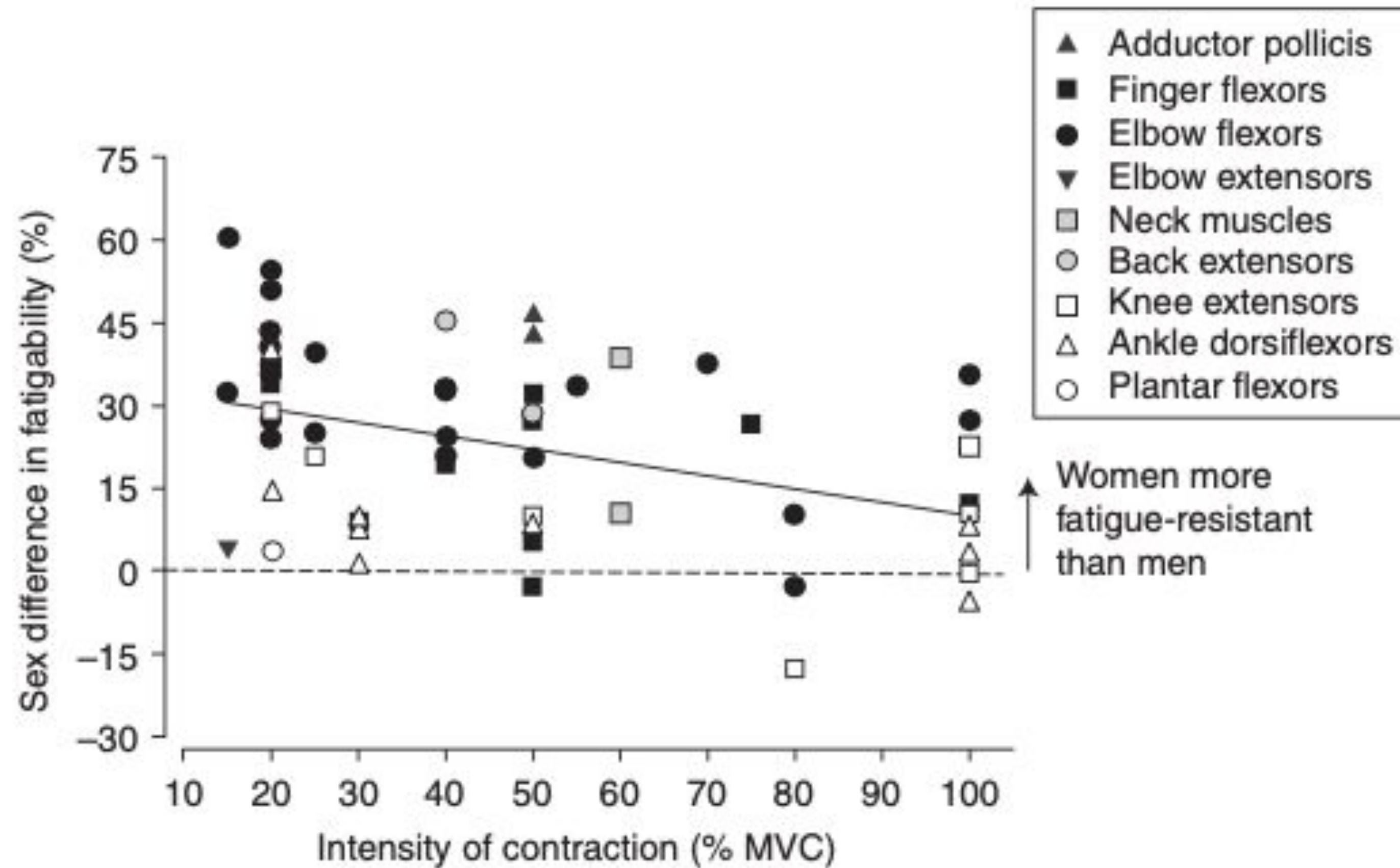
Jones, M.D., et al., "Sex differences in neuromuscular function and fatigue," Muscle Nerve, 2008

Coordination et Temps de Réaction

Des études ont montré que les femmes peuvent avoir des temps de réaction légèrement plus longs que les hommes, ce qui pourrait affecter leur capacité à répondre rapidement et efficacement aux situations à risque dans les sports

Chappell, J.D., et al., "Neuromuscular control of knee stability," Am J Sports Med, 2002

Fatigability



Fatigability

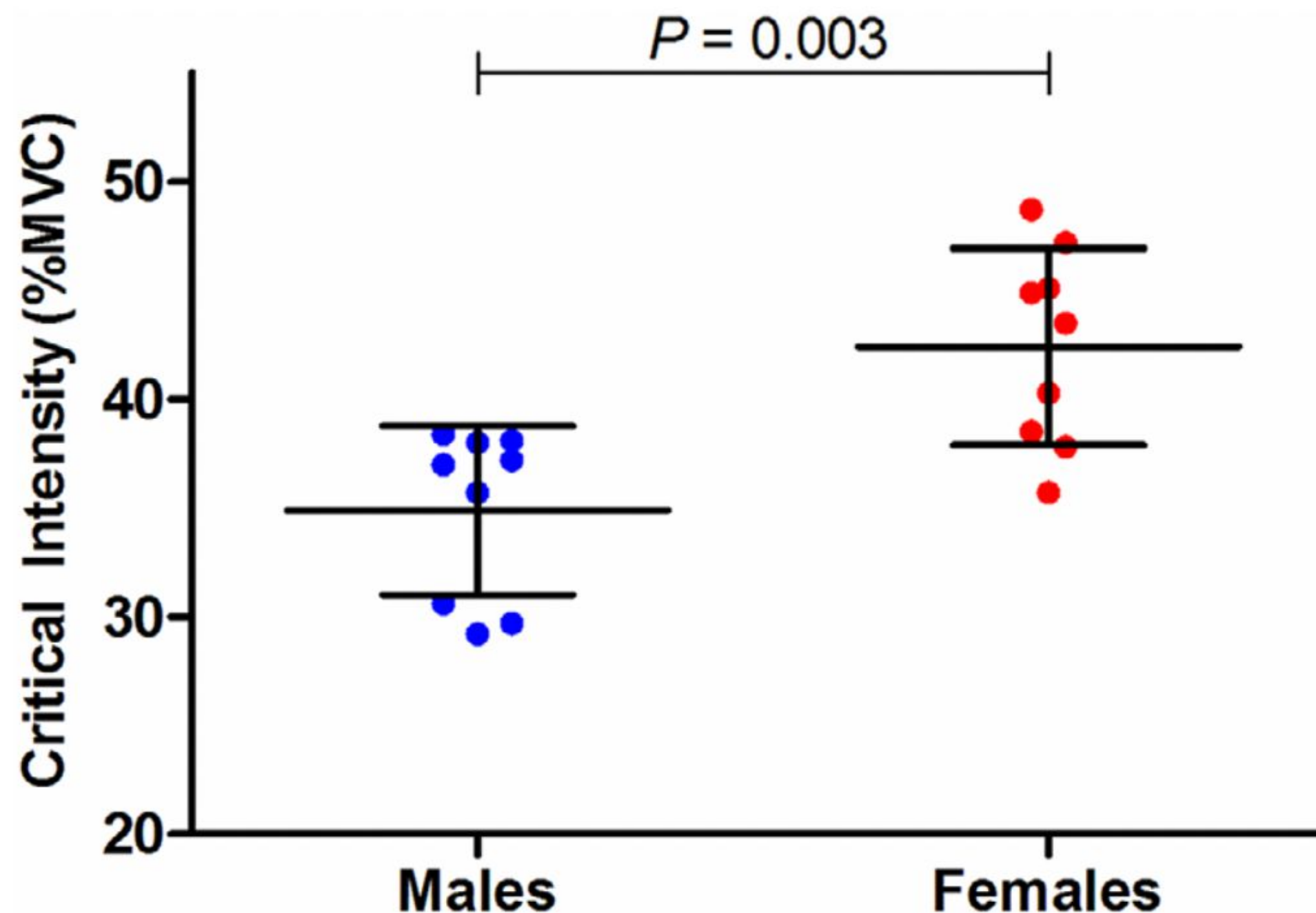
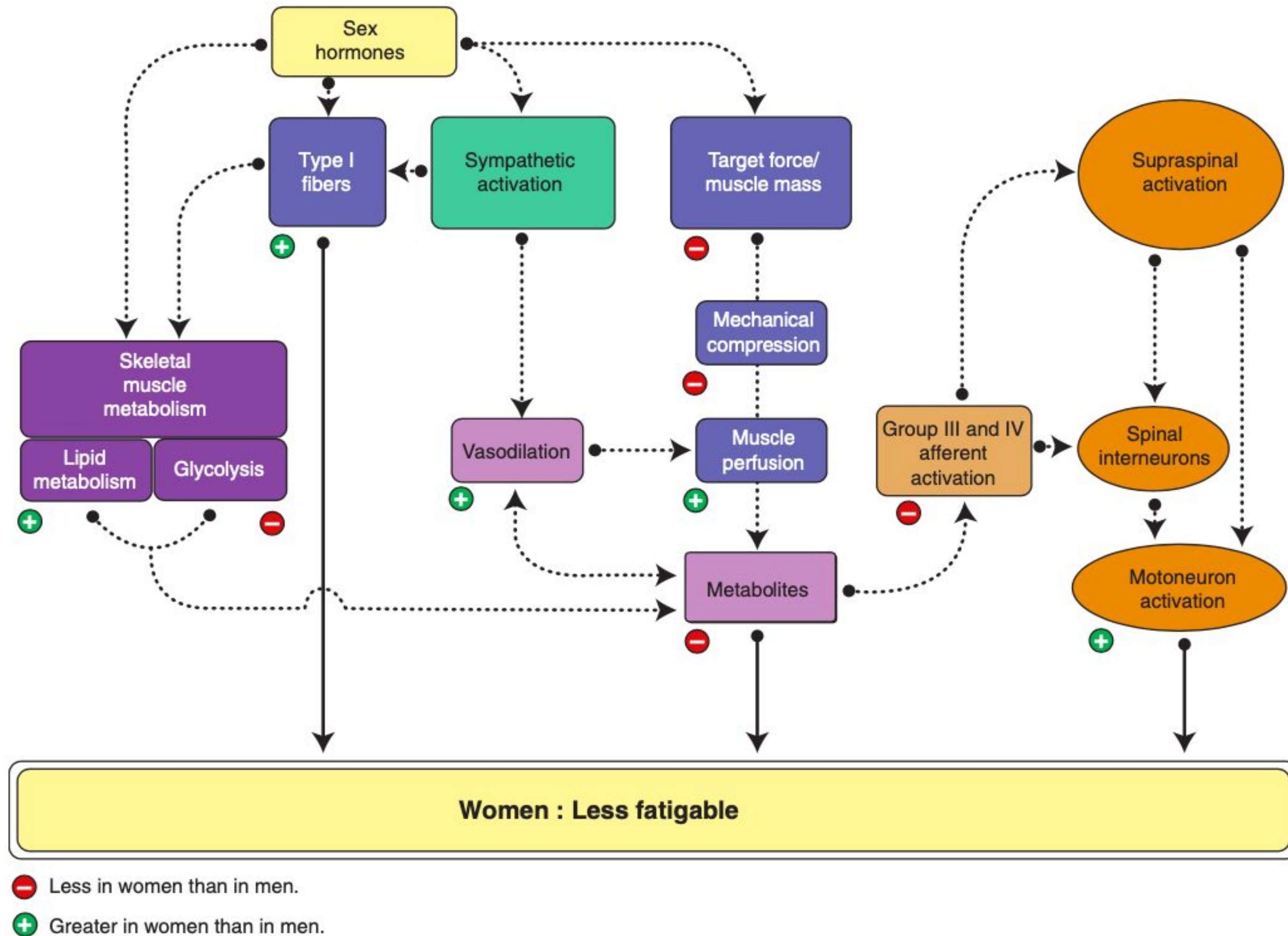


FIGURE 2 The sex difference in critical power during single-limb, intermittent, isometric exercise, from Ansdell et al. (2019a).

Abbreviation: MVC, maximal voluntary contraction

Fatigability





Facteurs Neuromusculaires

Différences dans le Contrôle Musculaire

Les femmes ont tendance à présenter un déséquilibre entre les muscles quadriceps et ischio-jambiers, affectant la stabilité du genou et augmentant le risque de blessures telles que les ruptures de l'ACL, une différence moins prononcée chez les hommes

Hewett, T.E., et al., "Understanding and preventing ACL injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations," North Am J Sports Phys Ther, 2010

Stratégies de Renforcement et de Formation

Des programmes d'entraînement spécifiques aux femmes, axés sur l'amélioration de la coordination neuromusculaire et l'équilibre musculaire, peuvent réduire considérablement le risque de blessures, mettant en évidence l'importance de stratégies adaptées au sexe

Myer, G.D., et al., "Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes," J Orthop Sports Phys Ther, 2008

Muscular

Table 1. *Mammalian myosin genes, the proteins they encode, and where they are expressed*

Gene	Protein	Expression	Fiber Type
MYH1	MyHC-IIx	Fast IIX fibers	Type-IIx
MYH2	MyHC-IIa	Fast IIA fibers	Type-IIA
MYH3	MyHC-embryonic	Developing muscle	
MYH4	MyHC-IIb	Fast IIB fibers	Type-IIB
MYH6	MyHC - α	Masseter, extraocular muscle and heart	
MYH7	MyHC - β /slow	Slow muscle (Type-I/ β) and heart	Type-I/ β
MYH7B	MyHC-slow/tonic	Extraocular muscle	
MYH8	MyHC-neonatal	Developing muscle	
MYH13	MyHC-EO	Extra-ocular muscle, pharyngeal muscle	
MYH15	MyHC-15	Extra-ocular muscle	
MYH16	MyHC-M	Jaw muscle	

Genes, protein, expression locations, and fiber types in **bold** represent those prevalent in mammalian skeletal muscle.

Muscular

Table 2. Fiber-type expression and area

Muscle	Male	Female	Reference
Mouse Masseter (average)	IIX > IIB > IIA	IIX > IIA > IIB	28
Rabbit Masseter (average)	IIA > I	I > IIA	27
Human vastus lateralis (CSA)	IIA > IIX > I	I > IIA > IIX	90
Human VL MHC isoform %	Ila > I > IIX	I > Ila > IIX	90

Differences in fiber-type size and composition of listed muscle bodies. Data are presented as fiber-type contribution in decreasing order. CSA, cross-sectional area; VL, vastus lateralis.

Table 3. Baseline contractility measurements in males and females

Measurement	Muscle	Result
Rate of force development	Mouse masseter	Higher in males
Rate of relaxation	Mouse masseter	Lower in males
Force	Human elbow flexor	Equal in males and females
Endurance	Human elbow flexor	Lower in males
Endurance	Human adductor pollicis	Lower in males

Muscular

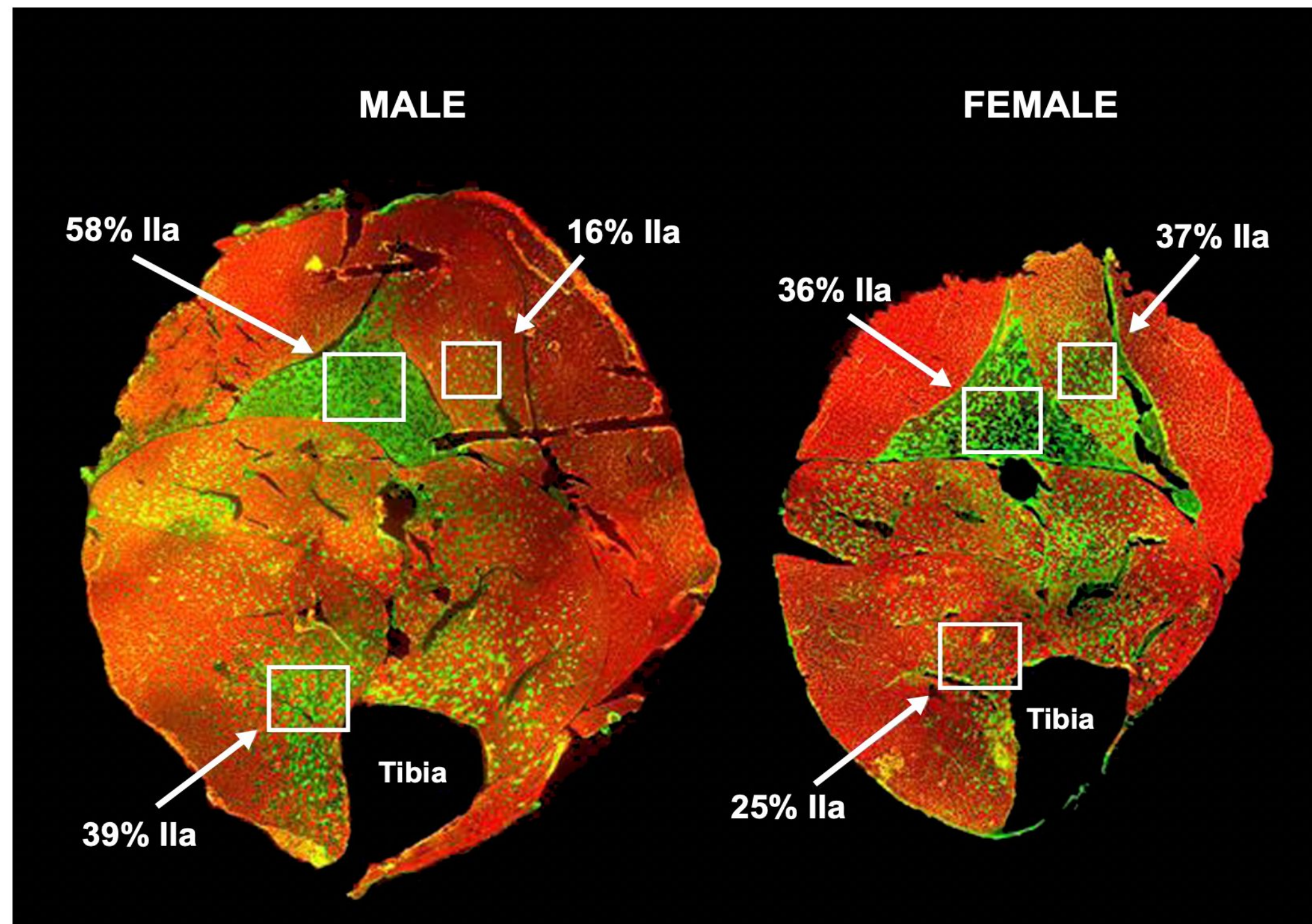


FIGURE 1. Type-IIa fibers are differentially expressed in male vs. female hindlimb muscle sections and in different muscle bodies
In the soleus, Ila expression is 58% in the male 36% in the female. In the plantaris, Ila expression is 16% in the male and 37% in the female. In the tibialis anterior muscle, Ila expression is 39% in the male and 25% in the female. Green staining identifies Ila fibers, whereas red staining identifies Iib fibers. Figure was generously provided by Brooke Harrison, PhD.



Facteurs Intramusculaires

Composition et Fonction Musculaires

Les différences dans la composition des fibres musculaires entre hommes et femmes peuvent influencer les capacités d'endurance et de récupération musculaires. Les femmes ont une proportion plus élevée de fibres de type I, ce qui affecte leur performance et leur résilience face aux blessures musculaires

Clarkson, P.M., et al., "Muscle characteristics of women in relation to age and strength," J Appl Physiol, 1987

Implications sur la Performance et le Risque de Blessure

Ces différences intramusculaires ne sont pas seulement pertinentes pour la performance athlétique mais aussi pour le développement de stratégies de prévention des blessures. La compréhension de ces distinctions entre les sexes est cruciale pour la formulation d'approches de prévention et de rééducation spécifiques

Enoka, R.M., "Neuromechanics of Human Movement," Human Kinetics, 2008



Facteurs Biologiques

C. Facteurs hormonaux

Menstrual cycle

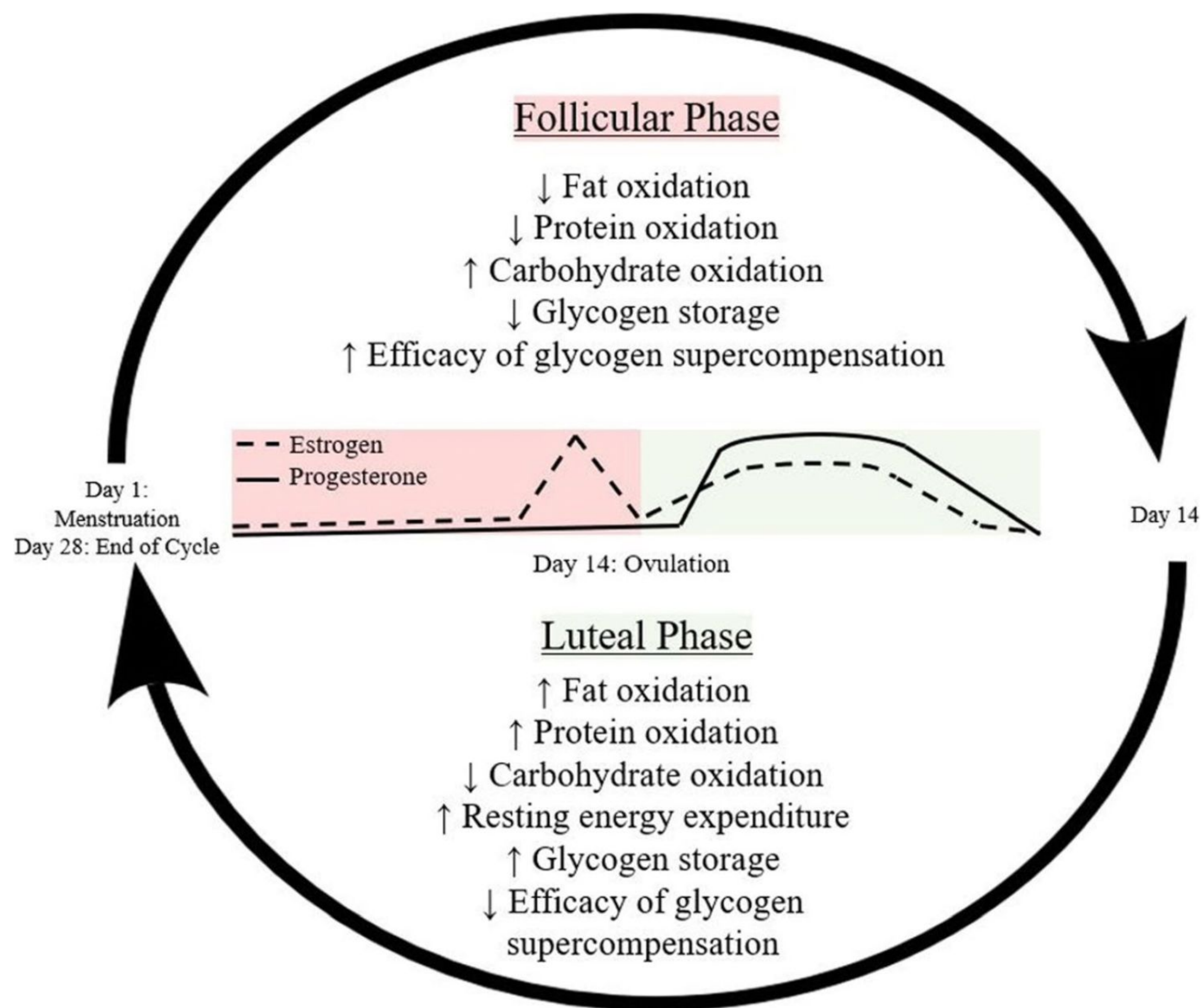
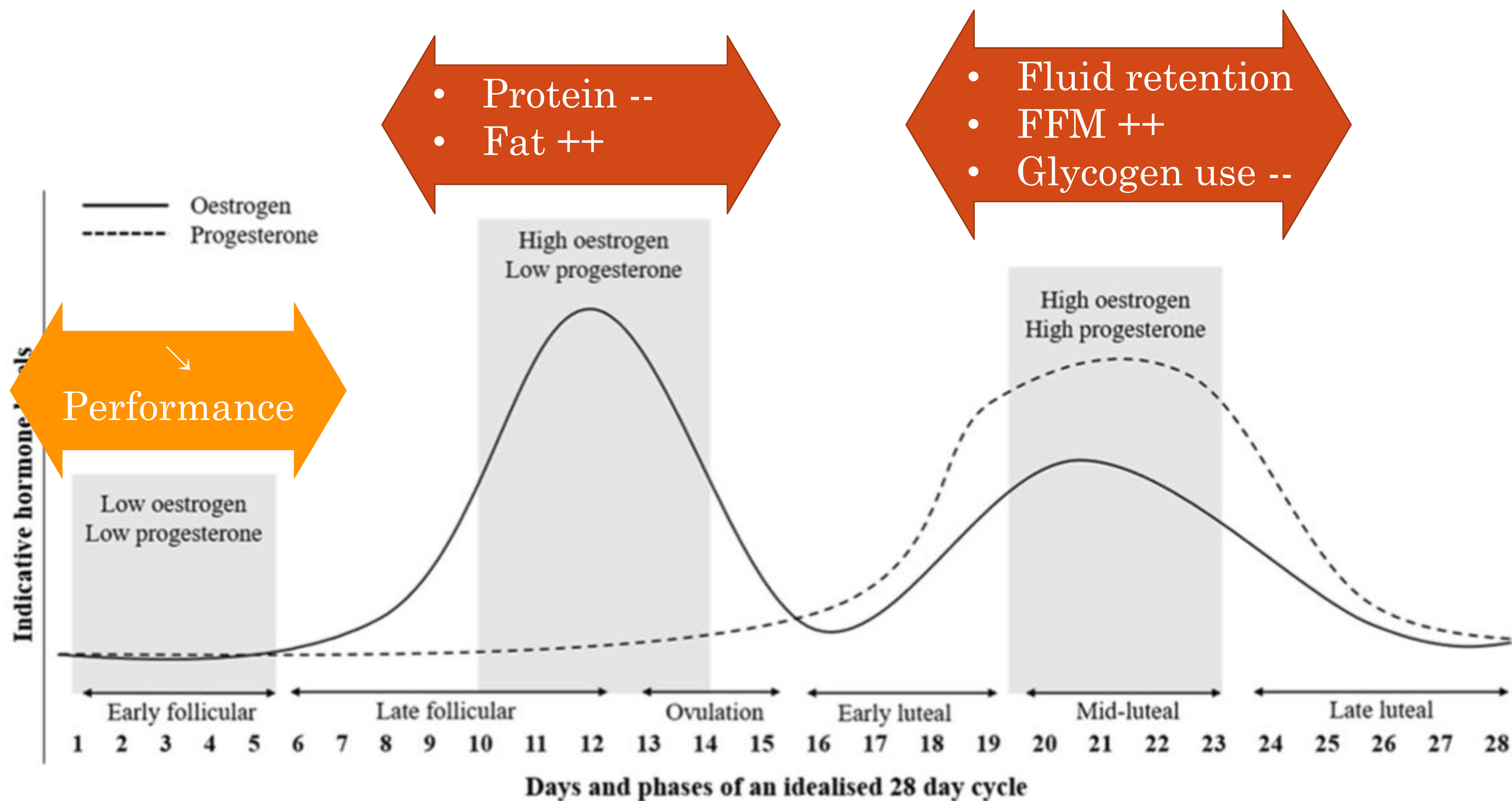


Fig. 2 Nutritional needs throughout the menstrual cycle may change based on physiological implications from estrogen and progesterone. Key metabolic adaptations are described for the follicular and luteal phases

Menstrual cycle





Influence du Cycle Menstruel et des Hormones sur les Blessures

Cycle Menstruel et Risque de Blessure

Des études ont montré que les phases du cycle menstruel peuvent influencer le risque de blessure, notamment les ruptures de l'ACL. Par exemple, le risque de blessure de l'ACL est plus élevé durant la phase pré-ovulatoire, probablement en raison de l'influence des hormones comme l'œstrogène et la progestérone sur la laxité ligamentaire

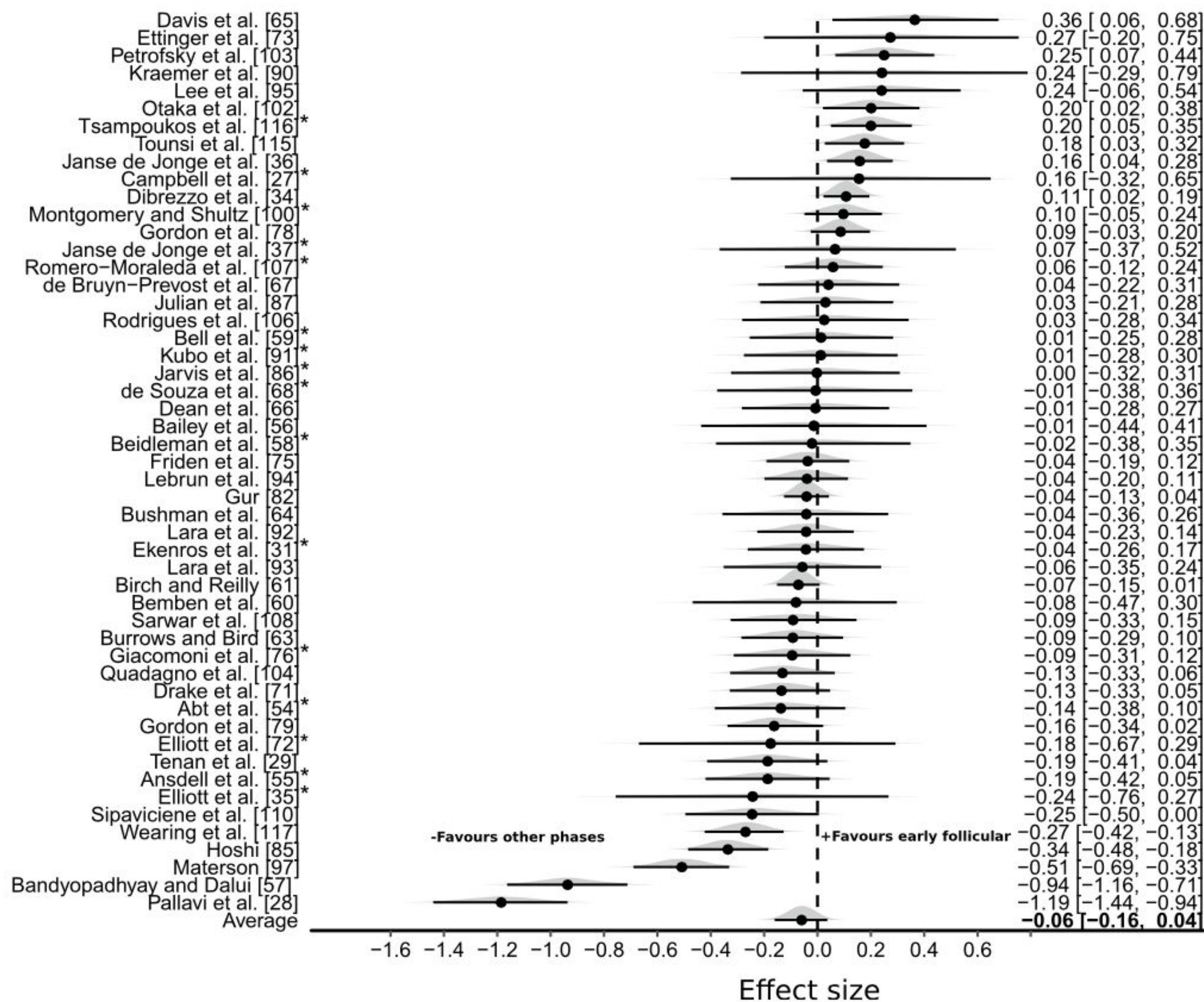
Slauterbeck, J.R., et al., "Menstrual cycle, sex hormones, and anterior cruciate ligament injury," J Athl Train, 2002

Rôle des Hormones dans la Laxité Ligamentaire

Les fluctuations hormonales, en particulier les niveaux élevés d'œstrogène, sont associées à une augmentation de la laxité des ligaments, ce qui peut augmenter le risque de blessure ligamentaire chez les femmes

Beynnon, B.D., et al., "The effect of menstrual cycle and contraceptives on ACL injuries and laxity," Orthop Clin North Am, 2002

Menstrual cycle





Impact des Hormones sur la Performance et la Récupération

Performance Sportive et Hormones

Les hormones peuvent également influencer la performance sportive et la récupération chez les athlètes féminines. Par exemple, certaines phases du cycle peuvent être associées à une meilleure performance ou à une récupération plus rapide

Janse de Jonge, X.A.K., "Effects of the menstrual cycle on exercise performance," Sports Med, 2003

Considération des Hormones dans l'Entraînement

Les entraîneurs et les professionnels de la santé devraient considérer ces variations hormonales lors de la planification des entraînements, de la compétition et des stratégies de récupération pour les athlètes féminines.



Facteurs Sociologiques et Sociétaux

A. Influence Socioculturelle



Rôle des Normes et des Attentes Sociétales

Pression Sociale et Normes de Genre

Les attentes sociétales concernant la féminité et la performance sportive peuvent créer une pression unique pour les athlètes féminines. Cette pression peut influencer leur approche de l'entraînement, de la compétition, et de la gestion des blessures, les conduisant parfois à ignorer les signes de blessure ou à minimiser leur gravité

Krane, V., et al., "Living the paradox: female athletes negotiate femininity and muscularity," Sex Roles, 2004

Influence sur les Stratégies de Prévention

La perception sociétale de la fragilité des femmes peut conduire à une sous-estimation de leurs capacités et besoins spécifiques en matière de prévention des blessures, nécessitant une approche plus nuancée qui tient compte des forces et des vulnérabilités des athlètes féminines

Young, K., et al., "Sport, physicality, and the pressures of femininity," Gender, Sport and Health, 2003).



Impact de la Représentation et de la Participation des Femmes dans le Sport

Effet de la Visibilité Accrue

L'augmentation de la visibilité des femmes dans le sport a contribué à remettre en question les stéréotypes de genre et à promouvoir une meilleure prise en compte des besoins spécifiques des athlètes féminines en matière de santé et de prévention des blessures

Theberge, N., "Higher goals: Women's sport and gender equality," Gender & Society, 2000.

Conséquences sur les Programmes de Prévention

Avec une représentation accrue, il devient essentiel de développer des programmes de prévention des blessures qui sont adaptés aux besoins uniques des athlètes féminines, en reconnaissant leur diversité et en promouvant des approches inclusives et équitables

Messner, M.A., et al., "Gender ideologies, youth sports, and the production of soft essentialism," Sociology of Sport Journal, 2003).



Facteurs Sociologiques et Sociétaux

B. Enjeux de Santé Mentale et Pression
Sociale



Gestion du Stress et de la Pression de Performance

Effet du Stress Psychologique sur les Blessures

Le stress psychologique et la pression de performance peuvent augmenter le risque de blessures chez les athlètes féminines. Des niveaux élevés de stress peuvent altérer la concentration et augmenter la tension musculaire, ce qui conduit à un risque accru de blessure

*Smith, R.E., "Mental health and sport injury: Prevention and coping,"
Int J Sport Psychol, 1996*

Prévention par la Gestion du Stress

Des stratégies efficaces de gestion du stress, telles que la pleine conscience et les techniques de relaxation, peuvent aider les athlètes féminines à mieux gérer la pression et à réduire le risque de blessures liées au stress

Gould, D., et al., "Psychological strategies to reduce injury risk: a review," J Sports Sci, 2005).



Incidence des Troubles Alimentaires et de l'Image Corporelle

Prévalence des Troubles Alimentaires

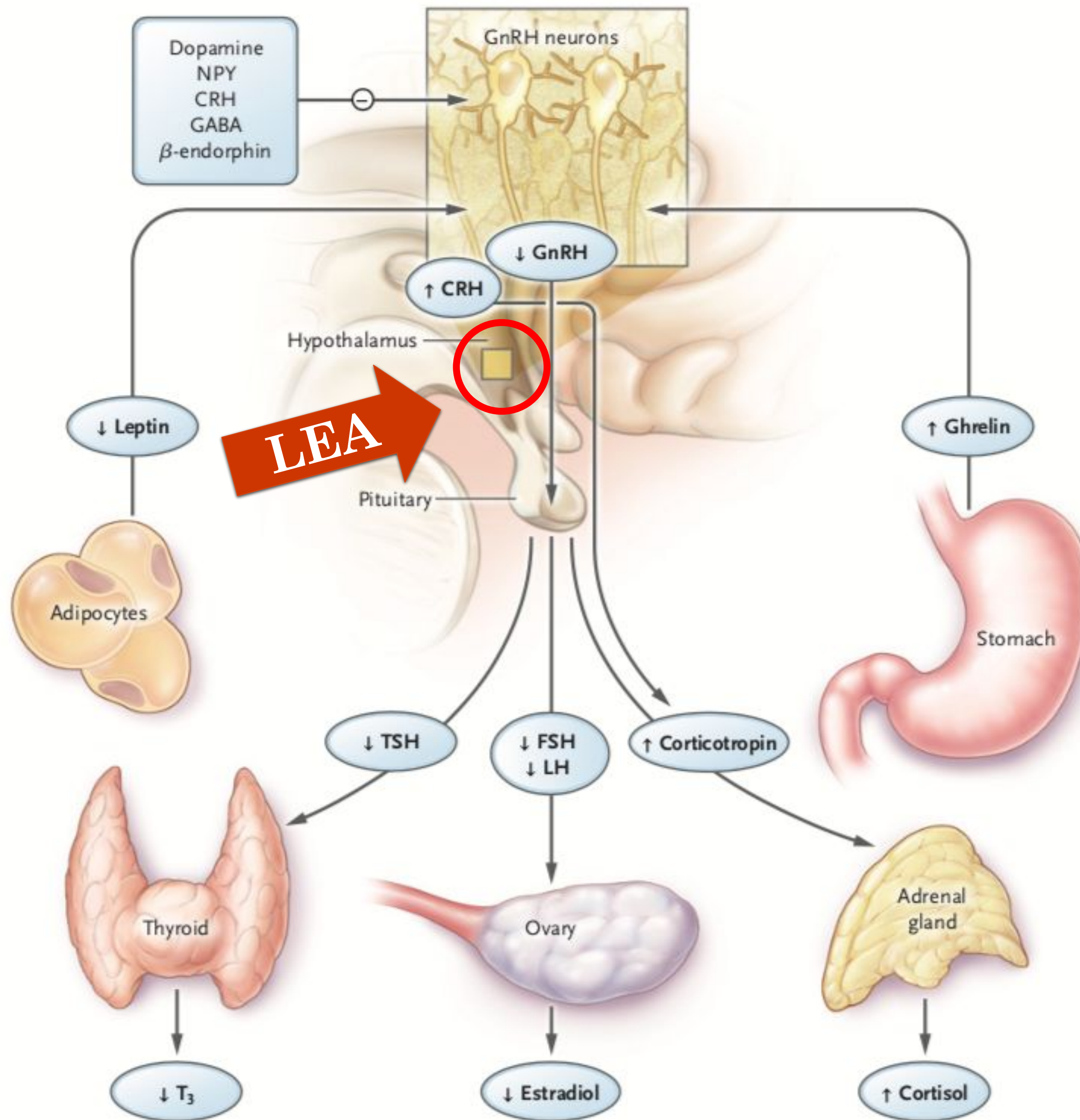
Les athlètes féminines, en particulier dans les sports où l'image corporelle est fortement valorisée, sont à risque accru de troubles alimentaires. Ces troubles peuvent affaiblir les os et les muscles, augmentant le risque de blessures

Sundgot-Borgen, J., et al., "Prevalence of eating disorders in elite athletes," Int J Sport Nutr, 1993

Conséquences sur la Santé et la Performance

Les troubles alimentaires et les problèmes d'image corporelle peuvent avoir des conséquences graves sur la santé physique et mentale des athlètes féminines, affectant non seulement leur risque de blessure mais également leur récupération et leur performance globale

De Souza, M.J., et al., "The female athlete triad: a growing health concern," Am Fam Physician, 2003



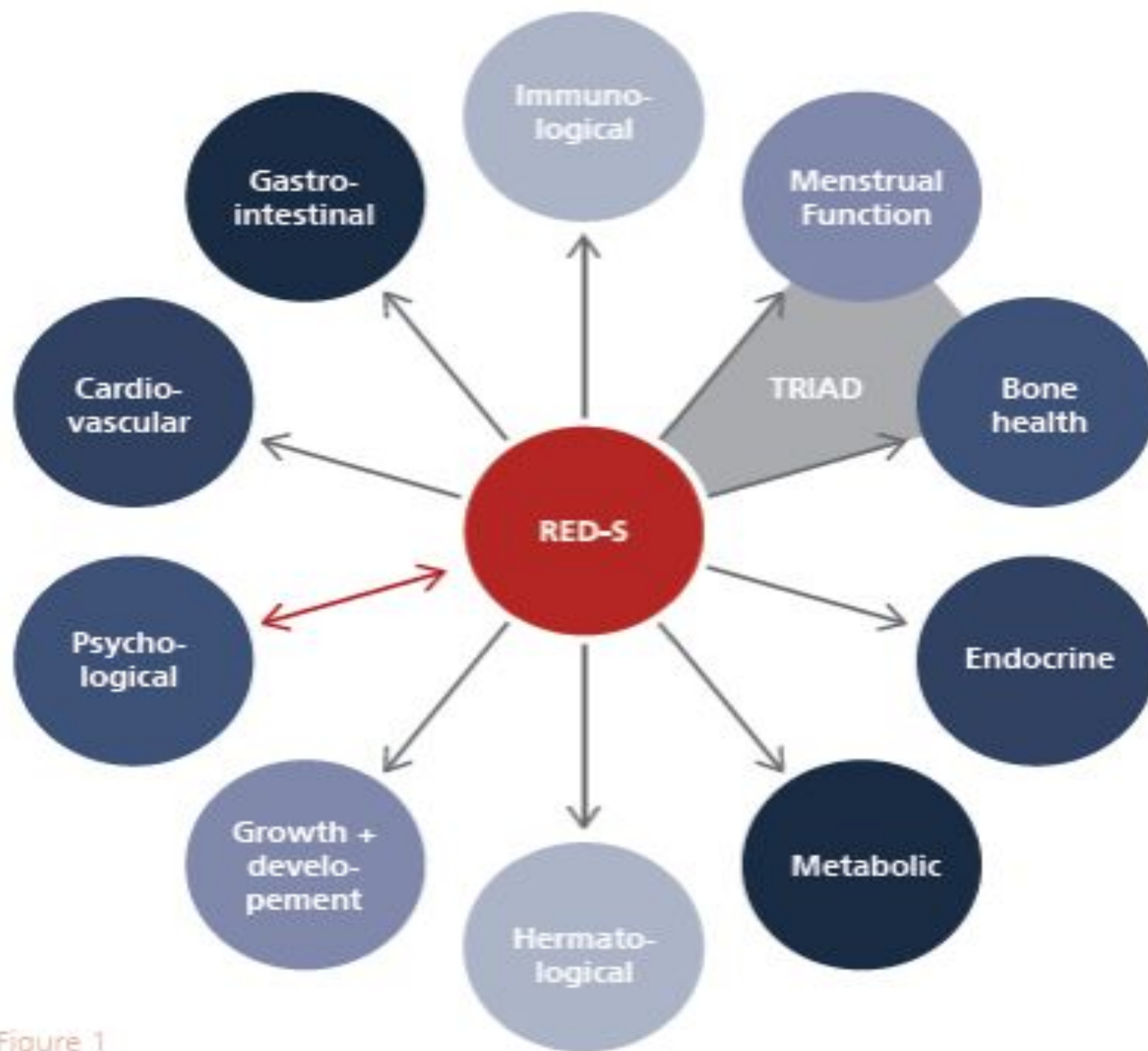


Figure 1

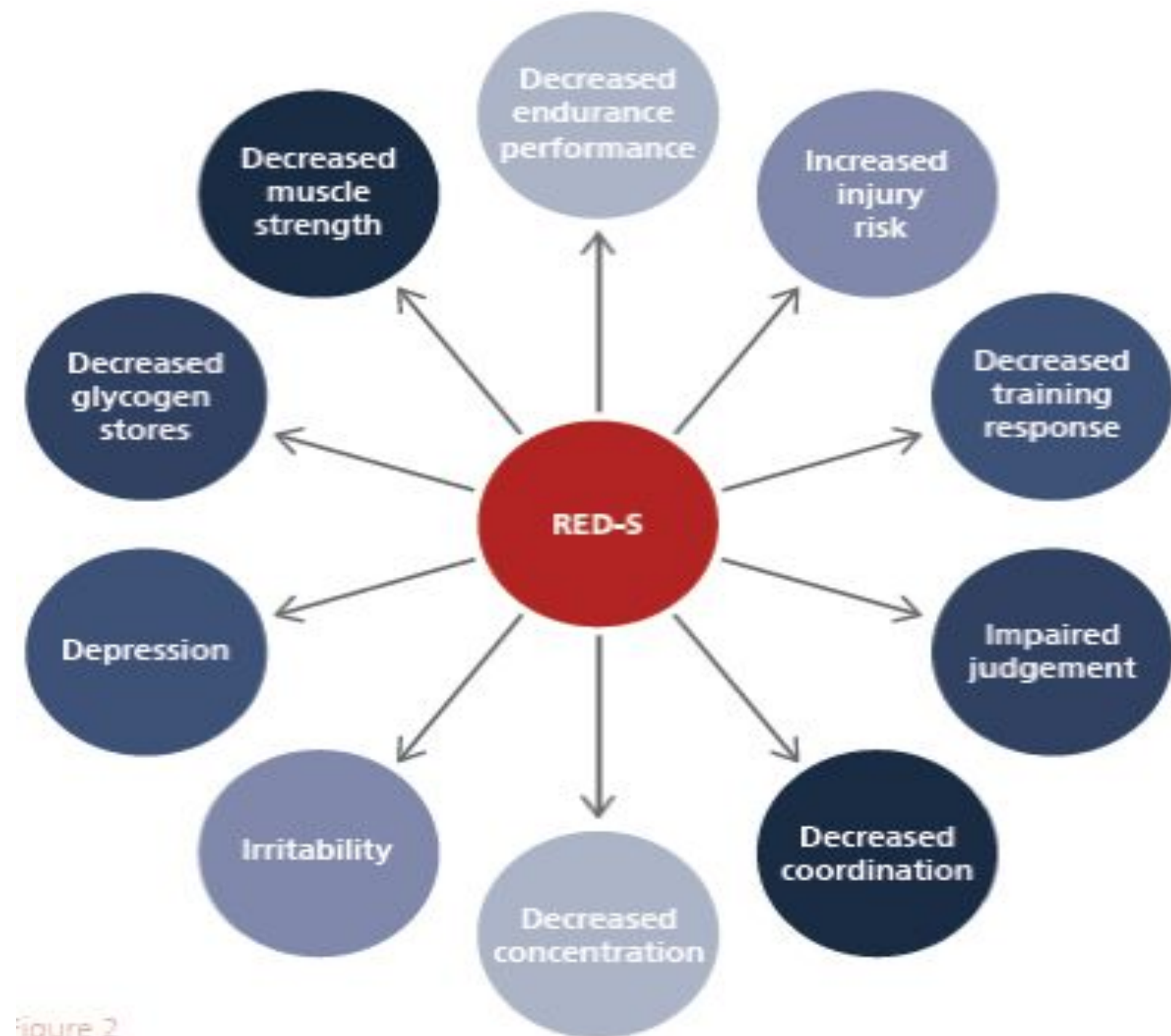
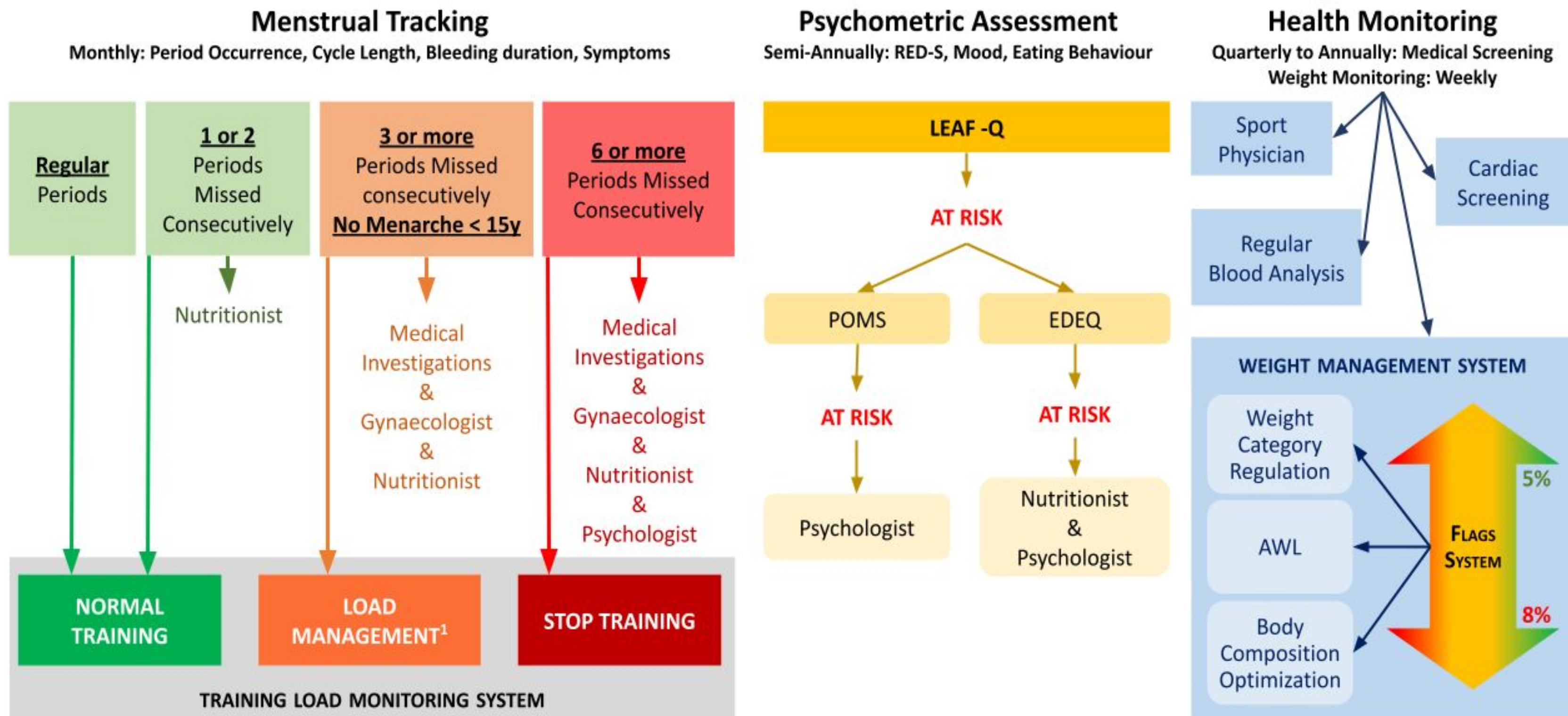


Figure 2

The framework

CLINICAL DECISION TREE- FEMALE ATHLETES AT IIS





Facteurs Sociologiques et Sociétaux

C. Accès aux Soins et Éducation



Disparités dans l'Accès aux Ressources et aux Soins Spécialisés

Inégalités dans l'Accès aux Soins

Des études ont montré que les athlètes féminines peuvent rencontrer des obstacles spécifiques dans l'accès à des soins de santé adaptés à leurs besoins. Ces barrières peuvent inclure un manque de spécialistes formés à la spécificité des blessures sportives féminines, ainsi qu'une sous-représentation dans la recherche sportive

Costa, A., et al., "Barriers to care and current medical and musculoskeletal issues in women athletes," Br J Sports Med, 2019.

Conséquences sur la Prévention et le Traitement

Le manque d'accès à des soins appropriés peut entraîner une prise en charge inadéquate des blessures, un diagnostic tardif ou incorrect, et une récupération suboptimale, affectant ainsi la carrière sportive et la santé à long terme des athlètes féminines

Beck, C.L., et al., "Health care access for female athletes: challenges and opportunities," J Womens Health, 2018.



Importance de l'Éducation et de la Sensibilisation

Éducation sur la Prévention des Blessures

L'éducation des athlètes, des entraîneurs et des parents sur les risques de blessure, les stratégies de prévention et l'importance des soins de santé adaptés est essentielle pour réduire l'incidence des blessures chez les athlètes féminines

Joy, E., et al., "Sports health education: improving awareness on the field," Clin J Sport Med, 2016.

Programmes de Sensibilisation

Le développement et la mise en œuvre de programmes de sensibilisation et d'éducation ciblés peuvent aider à combler les lacunes en matière de connaissances et de ressources, en favorisant une prise de conscience accrue des besoins spécifiques des athlètes féminines et en promouvant des pratiques de santé optimales

Mountjoy, M., et al., "The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S)," Br J Sports Med, 2014.



Recommandations pour la Prévention

A. Adaptation aux Besoins Individuels



Personnalisation en Fonction de l'age, du Sport et du Niveau de Compétence

Considération de l'âge et du Développement

Les programmes de prévention et de rééducation doivent être adaptés en fonction de l'âge et du stade de développement de l'athlète, en tenant compte des différences de maturité physique et psychologique

Myer, G.D., et al., "Age-related differences in neuromuscular control and lower extremity injury risk in female athletes," J Orthop Res, 2008.

Adaptation selon le Sport et le Niveau

Les exigences spécifiques et les risques associés à chaque sport doivent guider la conception de programmes de prévention. Pour les athlètes de haut niveau, des stratégies plus avancées et spécifiques à leur sport sont nécessaires

Nilstad, A., et al., "Risk factors for lower extremity injuries in female youth soccer players," Scand J Med Sci Sports, 2014.



Considération des Particularités Hormonales et Anatomiques

Approches en Fonction des Cycles Hormonaux

La prise en compte des cycles menstruels et des variations hormonales est importante pour adapter les entraînements et les stratégies de rééducation afin de minimiser le risque de blessure et d'optimiser la performance

Janse de Jonge, X.A.K., "Effects of the menstrual cycle on exercise performance," Sports Med, 2003

Adaptation aux Caractéristiques Anatomiques

Les différences anatomiques et biomécaniques entre les sexes doivent être prises en compte pour personnaliser les programmes d'entraînement et de réadaptation, en mettant l'accent sur les zones de vulnérabilité spécifiques des athlètes féminines

Zazulak, B.T., et al., "Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing," Clin Orthop Relat Res, 2005



Recommandations pour la Prévention

B. Programmes de Prévention des Blessures



Importance de l'Entraînement Neuromusculaire

Réduction des Risques de Blessure

L'entraînement neuromusculaire aide non seulement à prévenir les blessures initiales mais aussi à réduire le risque de récurrence, en particulier dans les sports à haut risque pour les athlètes féminines

Hewett, T.E., et al., "Prevention of noncontact anterior cruciate ligament injuries in female athletes," Instr Course Lect, 2007.

Adaptation aux Besoins Spécifiques des Femmes

Ces programmes doivent être adaptés aux particularités anatomiques et biomécaniques des athlètes féminines, en mettant l'accent sur les zones de vulnérabilité spécifiques à leur morphologie et leur physiologie

Zazulak, B.T., et al., "The effects of core proprioception on knee injury," Am J Sports Med, 2007.



Stratégies et Exercices Spécifiques

Entraînement Neuromusculaire et Proprioceptif

Les programmes qui se concentrent sur l'entraînement neuromusculaire, y compris le renforcement musculaire, la proprioception et l'équilibre, ont montré une réduction significative du risque de blessure de l'ACL chez les athlètes féminines

Myer, G.D., et al., "A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament injuries in female athletes," Br J Sports Med, 2015.

Exercices de Stabilité du Tronc et de la Hanche

Le renforcement du tronc et de la hanche peut améliorer la stabilité, réduisant ainsi le risque de blessures du genou et de la cheville

Leetun, D.T., et al., "Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes," Med Sci Sports Exerc, 2004.



Recommandations pour la Prévention

C. Approche Multidisciplinaire



Collaboration entre Entraîneurs, Médecins, Psychologues

Équipe Interdisciplinaire

La création d'une équipe comprenant des entraîneurs, des médecins, des physiothérapeutes et des psychologues est cruciale pour fournir un soutien holistique. Chaque professionnel apporte une expertise unique pour prévenir les blessures, favoriser une récupération efficace et soutenir la santé mentale des athlètes

Joy, E., et al., "Interdisciplinary care in sports medicine," Clin J Sport Med, 2016.

Communication et Coordination

Une communication efficace et une coordination entre les membres de l'équipe sont nécessaires pour assurer une prise en charge cohérente et globale, en tenant compte des besoins spécifiques de chaque athlète

Schroeder, A.N., et al., "Interdisciplinary sports health team approach in treating athletes," Sports Health, 2013.



Rôle des Entraîneurs et des Soignants

Prévention des Blessures

Les entraîneurs jouent un rôle crucial dans la mise en œuvre des programmes de prévention des blessures, en éduquant les athlètes sur les techniques sûres et les stratégies d'entraînement appropriées

Padua, D.A., et al., "Role of the coach in the risk of ACL injuries in athletes," J Strength Cond Res, 2017.

Soutien et Guidance

Les soignants, y compris les entraîneurs, doivent être informés des problèmes spécifiques rencontrés par les athlètes féminines, tels que les questions liées au cycle menstruel, au syndrome de la triade de l'athlète féminine et aux aspects psychosociaux, afin de fournir un soutien adapté

Thein-Nissenbaum, J.M., et al., "Triad of the female athlete: how to recognize and manage effectively," J Fam Pract, 2012



Recommandations pour la Prévention

D. Sensibilisation et Éducation



Programmes Éducatifs pour les Athlètes, les Entraîneurs et les Parents

Importance de l'Éducation sur les Blessures

La mise en place de programmes éducatifs visant à informer les athlètes, les entraîneurs et les parents sur les risques spécifiques, les signes de blessures, et les stratégies de prévention est essentielle. Ces programmes devraient couvrir des sujets tels que le syndrome de la triade de l'athlète féminine, la prévention des blessures spécifiques comme les ruptures de l'ACL, et la gestion du stress

Nattiv, A., et al., "The female athlete triad," Med Sci Sports Exerc, 2007

Rôle des Éducateurs et des Entraîneurs

Les éducateurs et les entraîneurs doivent être équipés pour reconnaître et répondre aux besoins spécifiques des athlètes féminines, y compris l'identification précoce des signes de blessure et la sensibilisation aux aspects nutritionnels et psychologiques de la santé des athlètes

Joy, E., et al., "Sports health education: improving awareness on the field," Clin J Sport Med, 2016



Renforcement de la Conscientisation sur les Risques et les Stratégies de Prévention

Sensibilisation aux Risques Spécifiques

Il est crucial de sensibiliser les athlètes féminines aux risques spécifiques qu'elles encourent, y compris les effets des hormones et des cycles menstruels sur la performance et le risque de blessure, ainsi que les stratégies adaptées pour gérer ces risques

Thein-Nissenbaum, J.M., et al., "Triad of the female athlete: how to recognize and manage effectively," J Fam Pract, 2012

Promotion de Pratiques Sportives Saines

Encourager des pratiques sportives saines parmi les athlètes féminines, incluant une approche équilibrée de l'entraînement, de la compétition, et de la récupération, est essentiel pour prévenir les blessures et promouvoir la santé à long terme

Mountjoy, M., et al., "The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S)," Br J Sports Med, 2014



MERCI