

## Augmentation de la fréquence cardiaque et cheminement de l'oxygène ( $O_2$ ) pendant l'exercice physique

Quand le muscle se contracte pour produire du travail mécanique (bouger), il oxyde, en présence du dioxygène ( $O_2$ ), plusieurs types de « carburants » appelés substrats : le glucose, provenant des réserves dans les muscles et le foie (glycogène) ou de l'alimentation (glucides) et les acides gras, provenant des lipides stockés dans le muscle et surtout dans le tissu adipeux.

Plus l'intensité (puissance) de l'exercice augmente, plus il faut apporter de l' $O_2$  et des substrats aux muscles pour répondre aux besoins des fibres musculaires.

C'est le système cardio-vasculaire qui assure ce rôle de transport par voie sanguine.

Depuis les poumons jusqu'aux muscles pour l' $O_2$  (l' $O_2$  est fixé et transporté par l'hémoglobine des globules rouges puis cédé, au niveau des capillaires, vers les fibres musculaires où il se fixe sur la myoglobine ; celle-ci le transporte jusqu'aux mitochondries, sièges des oxydations) et inversement pour le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) produit par les oxydations, depuis le tube digestif, le foie ou le tissu adipeux jusqu'aux muscles pour les substrats.

## Relation entre puissance d'exercice, volume, fréquence et débit cardiaque

Le cœur répond ainsi aux besoins de l'exercice par une augmentation de son débit, quantité de sang éjecté dans le système artériel par unité de temps (litres/minute). Le débit de la pompe cardiaque est égal au produit du volume de sang éjecté à chaque contraction, volume d'éjection systolique (VES) par le nombre de coups de pompe par unité de temps (fréquence cardiaque, FC, en battements par minute (bpm)).

Le débit augmente avec ces deux valeurs : VES et FC (figures 1 et 2).

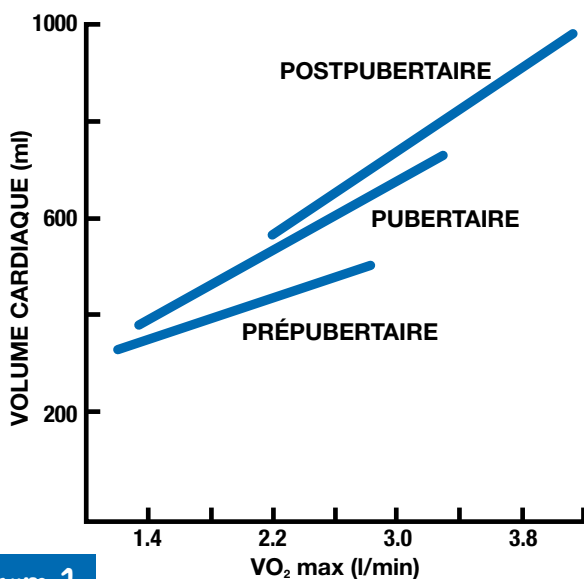


Figure 1

Évolution du volume cardiaque en fonction de l'âge et de la puissance d'exercice représentée sous forme du débit maximal de prélèvement d'oxygène ( $VO_2\max$ ) (d'après Bar-Or, 1987).

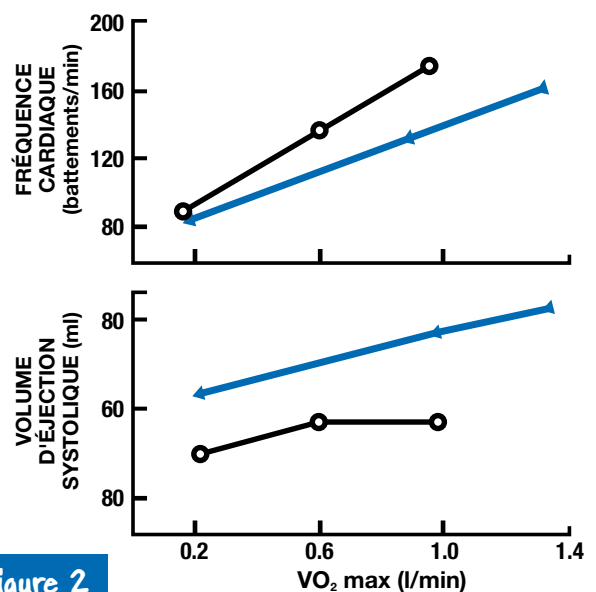
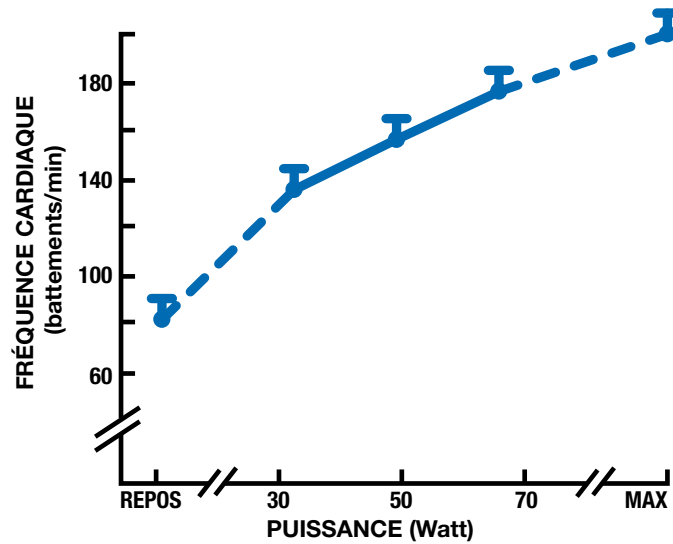


Figure 2

FC et VES en fonction de la puissance d'exercice (exprimée sous forme de débit de prélèvement d'oxygène) à deux âges différents (d'après Bar-Or, 1987).

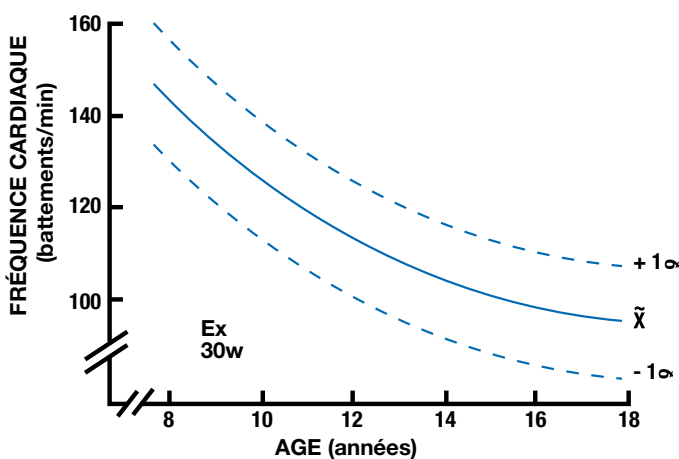


**Figure 3**

Relation presque linéaire entre la FC et la puissance d'exercice (d'après Bar-Or, 1987).

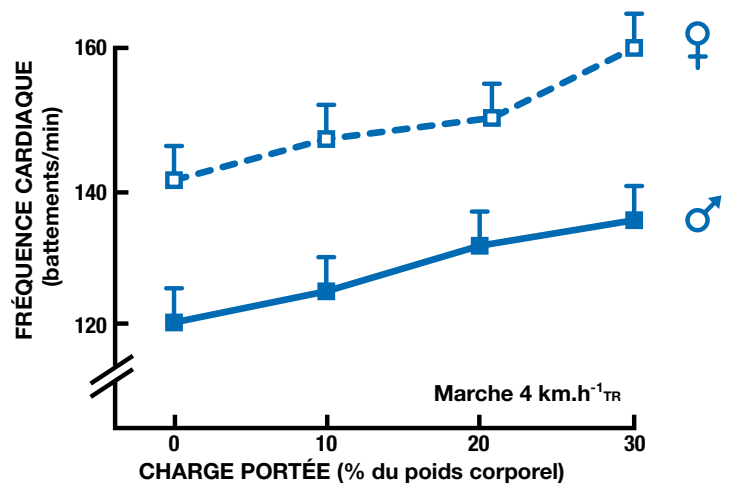
Il existe une relation presque linéaire entre la FC et la puissance (figure 3) : la FC augmente avec la puissance jusqu'à une valeur maximale (FCmax), caractéristique de chaque personne à un âge donné. Le cœur de l'enfant étant moins gros que celui de l'adulte, sa fréquence cardiaque pour une puissance d'exercice donnée sera plus élevée, d'autant plus élevée que le VES sera plus faible. Il est donc logique que le cœur de l'enfant batte plus vite à l'exercice. Mais cela est, en partie, compensé par des FC maximales plus élevées chez l'enfant que chez l'adulte. Enfin, la FCmax diminue avec l'augmentation de l'âge. Donc, pour une puissance d'exercice donnée, les FC observées seront très différentes d'une personne à l'autre ; cela nécessite des mesures individuelles (figure 4).

La puissance dépend aussi, pour la plupart des activités physiques, du poids corporel ; si celui-ci augmente, par exemple, par le port de charge ou par l'obésité, la FC augmente d'autant (figure 5).



**Figure 4**

FC en fonction de l'âge avec + et - 1 écart type (les valeurs + 1 et/ ou sigma, englobent les valeurs de FCmax des 2/3 des enfants). On remarque qu'il existe pour cette puissance de 30 W, de grandes différences interindividuelles, même à un âge donné, justifiant des mesures de FC et de FCmax individuelles (d'après Bar-Or, 1987).



**Figure 5**

FC en fonction de la charge portée [externe, par exemple sac à dos, ou interne (obésité)] lors d'une marche à 4 km/h sur ergomètre (tapis roulant) (d'après Bar-Or, 1987).

## Dépassement d'un seuil de puissance et essoufflement

Quand le muscle ne reçoit pas assez d'O<sub>2</sub>, il fait appel, pour continuer l'exercice, à une autre source d'énergie : le glucose dont la dégradation avec formation d'acide lactique ne nécessite pas d'O<sub>2</sub>. L'organisme va essayer de compenser cette production acide en accélérant la ventilation pulmonaire pour éliminer plus de CO<sub>2</sub> par les voies respiratoires. Cela se traduit par le dépassement d'un seuil d'intensité d'exercice (seuil aérobie).

Il ne faut pas confondre cette gêne respiratoire avec celle d'origine pathologique (asthme...). Il faut apprendre à bien repérer ce seuil : alors que la puissance augmente progressivement, la respiration, qui augmentait proportionnellement, s'accélère avec l'apparition progressive d'un essoufflement (seuil). Si on veut rester en exercice aérobie pur, il faut réduire légèrement la puissance de l'exercice, par exemple marcher plus lentement en particulier en côte, dans les escaliers...

La répétition régulière (au moins 3 fois par semaine) d'exercices d'intensité proche du seuil de début d'essoufflement, durant au moins 30 à 60 minutes en tout, en une ou plusieurs séances, chacune durant au moins 10 min, produit des adaptations cardio-vasculaires bénéfiques : dilatation progressive et naturelle des cavités cardiaques (ventricules), avec une augmentation du VES. Ce type d'entraînement a une autre conséquence : une diminution de la FC parce que le VES est plus élevé. C'est l'explication du cœur plus lent du sportif de fond (coureur, cycliste...). À l'exercice, la FC augmente plus lentement, et donc la puissance atteinte à FCmax et la quantité d'O<sub>2</sub> utilisée (VO<sub>2</sub>) sont plus élevées.

L'entraînement en endurance est donc le plus souhaitable ; il ne s'agit pas seulement de courses en endurance monotones. De nombreux jeux sont aussi efficaces si leur intensité et leur durée sont bien gérées.

## Pression artérielle (et non la tension, qui concerne les parois des artères) et exercice physique

Le sang circule dans les artères sous une pression variable, entre une valeur maximale (pression artérielle systolique, PAS) et une valeur minimale (pression artérielle diastolique, PAD).

La pression artérielle augmente avec la puissance de l'exercice. Lors de séances d'exercices violents, les capillaires sont comprimés par la pression des fibres musculaires : l'écoulement du sang est gêné. Le cœur doit se contracter plus fort (pression artérielle systolique PAS plus élevée) pour que le sang puisse pénétrer dans les muscles : on parle d'augmentation des résistances périphériques et on observe une augmentation des PAS et PAD. De tels exercices sont donc défavorables pour les personnes atteintes d'une hypertension artérielle : celle-ci risque d'être aggravée.

Au contraire, l'entraînement en endurance entraîne une diminution de la FC mais aussi des PAS et PAD parce que les artères, comme le cœur, se dilatent progressivement et les capillaires musculaires se développent, permettant un écoulement plus facile du sang. C'est pourquoi, il est recommandé, encore plus pour les personnes légèrement hypertendues, de pratiquer régulièrement des exercices d'endurance.

## Anomalies cardiaques et activités physiques : bref aperçu

**Le souffle cardiaque** est un bruit anormal entendu, à l'aide d'un stéthoscope, lors de l'auscultation cardiaque. Il existe de nombreux souffles différents par leur intensité, leur sonorité (timbre) et leur moment d'apparition par rapport aux bruits normaux. Ils traduisent tous une perturbation dans la circulation du sang à travers les orifices et valves cardiaques situés entre les oreillettes, les ventricules, l'artère pulmonaire ou l'aorte, soit rétrécissement soit défaut de fermeture insuffisante avec fuite. La gravité, est extrêmement variable selon le type de souffle. Cela justifie pleinement l'examen cardiaque systématique de l'enfant par le médecin (pédiatre) avant la pratique d'une APS.

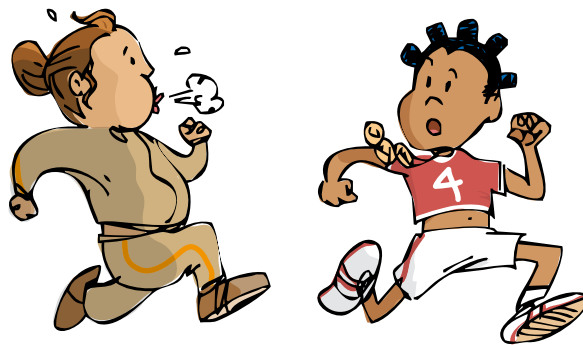
**Le trouble du rythme** est une anomalie dans la fréquence cardiaque, avec l'apparition de battements anormaux entre les battements normaux. Là aussi, le bénin et le plus dangereux existent.

Les cardiomyopathies sont des anomalies du muscle cardiaque, avec perturbation de son efficacité dès qu'il est, par exemple, sollicité à l'effort ; sa maladaptation se traduit par une faible aptitude, un essoufflement et une fatigabilité précoces lors d'exercices même d'intensité modérée.

**L'hypertension artérielle** (HTA) est caractérisée par des valeurs de PAS et/ou PAD supérieures aux valeurs de référence pour l'âge et le sexe correspondants, que cela soit au repos ou à l'exercice.

Dans tous les cas, il faut être attentif à une fatigue excessive, un essoufflement inhabituel à l'exercice, l'apparition de cyanose (lèvres violacées), des palpitations, une syncope à l'effort, une douleur thoracique, une FC élevée au repos et restant longtemps élevée après l'exercice, une aptitude physique basse.

Toutes ces anomalies doivent faire l'objet d'un bilan médical précis, par exemple par un pédiatre. En fonction de la pathologie dépistée, des orientations sont données quant aux APS autorisées – et sous quelles conditions – et celles interdites.



## Conclusion

Chez la plupart des enfants, les activités physiques sont bénéfiques à la santé, d'autant plus qu'elles sont bien programmées et organisées. C'est la sédentarité qui est délétère. Rappelons que, si l'endurance est l'activité de choix, elle ne doit pas consister seulement en courses lentes, longues et fastidieuses, allant à l'encontre du renforcement de motivations de l'enfant. De très nombreuses activités, en particulier des jeux, choisies de façon pertinente (âge, moyens, moment dans la journée, lieu...) et bien conduites sur le terrain, sont beaucoup plus motivantes et efficaces au plan éducatif, social, mental et des apprentissages et contrôles moteurs. Il suffit que les durées (au moins 10 min) et intensité (FC proche du seuil) soient respectées. L'utilisation de cardiofréquencesmètres individuels peut être utile pour en mesurer l'intensité.