

GRAVITE ARTIFICIELLE ET PHYSIOLOGIE

Au cours des vols spatiaux, l'organisme humain s'adapte au nouvel environnement et en particulier à la microgravité (ou apesanteur) mais se déconditionne à la gravité terrestre. Ainsi, l'exposition à la microgravité entraîne principalement : des modifications du système cardio-vasculaire (dues en particulier à une migration des liquides de l'organisme vers la partie haute du corps), des modifications du système sensori-moteur, une atrophie des muscles impliqués dans la posture et la locomotion et une diminution de la densité osseuse lors des vols de longue durée.

Ces modifications physiologiques posent des problèmes de réadaptation lors du retour sur Terre et en poseront peut-être lors d'une arrivée potentielle sur Mars où la gravité est environ le tiers de la gravité terrestre.

Pour lutter contre ces effets de la microgravité et préparer le retour des astronautes sur Terre, ont été développées depuis de nombreuses années, des moyens préventifs appelés contre-mesures. Une des principales contre-mesures est l'exercice musculaire. Mais pour l'instant il n'existe pas de contre-mesure idéale agissant en un minimum de temps. Reproduire une gravité artificiellement aurait l'avantage de constituer une contre-mesure globale agissant sur tous les systèmes physiologiques. Différents moyens existent pour créer une gravité artificielle, la solution d'un habitat spatial tournant sur lui-même pose à la fois des problèmes de tolérance physiologique et des problèmes techniques de mise en œuvre. De plus, on peut penser qu'il n'est pas obligatoirement nécessaire d'exposer en permanence l'organisme humain à la gravité pour prévenir les modifications induites par la microgravité.

La solution d'une gravité artificielle intermittente générée par une centrifugeuse à bras court, compatible avec un vaisseau spatial paraît de ce fait la plus réaliste.

Jusqu'à présent, peu de travaux ont été réalisés dans ce domaine. Quelques études essentiellement russes, américaines et japonaises ont évalué les effets d'une exposition intermittente de volontaires sains à une gravité artificielle par une centrifugeuse à bras court (le plus souvent 2 g) lors de simulations par Bed Rest ; elles ont montré un effet préventif sur le déconditionnement cardio-vasculaire. **La centrifugation reproduit un gradient de pression hydrostatique avec un afflux de sang dans les membres inférieurs comme ce que l'on observe sur Terre en position debout. On peut également espérer un effet préventif de la gravité artificielle sur les modifications musculaires et osseuses par l'augmentation des contraintes mécaniques.** Ces quelques études ont aussi montré l'intérêt d'associer à la centrifugation d'autres moyens tels que l'exercice musculaire pour augmenter les effets préventifs. Cette méthode a aussi des limites. La tolérance des sujets limite la centrifugation en temps et en intensité (en général < 2g). Les effets sur l'oreille interne (vestibulaires) sont aussi à prendre en compte. En effet, les mouvements de la tête, en particulier en dehors de l'axe de centrifugation peuvent générer une désorientation spatiale et des symptômes de mal des transports.

Ainsi la gravité artificielle et l'utilisation de la centrifugeuse à bras court sont des voies prometteuses mais de nombreuses questions restent à résoudre :

Quel niveau de centrifugation appliquer ? Quel est le minimum de g requis pour maintenir les fonctions des différents systèmes physiologiques? Pour quelle durée ? En combien de séances? Quelle association avec les autres contre-mesures ? Quelle doit être l'utilisation en fonction du programme de vol ?

Un programme de simulations au sol est nécessaire pour évaluer les effets de la centrifugation et tester les différents scénarii.

Ce programme devrait aboutir à une meilleure connaissance des effets de la gravité et tenter de répondre aux questions : Existe-t'il un minimum d'exposition à la gravité (niveau de g et temps d'exposition) requis pour maintenir les fonctions des différents systèmes physiologiques? Y-a-t'il un effet « dose-réponse » ?

La sédentarité et encore plus l'alitement induisent également un déconditionnement des différents systèmes physiologiques. Les connaissances issues de l'Espace peuvent contribuer à une optimisation de la prévention des effets de la sédentarité.

*Texte rédigé par Anne Pavy Le Traon,
Docteur en médecine, Neurologue, et Docteur en sciences*