

« BOUGEZ-VOUS ! »

L'ordonnance prescrite par le spatial

Les expériences de *bedrest* qui se déroulent actuellement sur des volontaires sains à la clinique de l'espace sont aussi bien utiles à la recherche spatiale qu'aux applications médicales terrestres. Pour pallier les effets délétères d'un alitement prolongé sur les muscles, les os, le cœur, des médecins de plusieurs disciplines prescrivent à leurs patients dont la maladie est stabilisée la pratique d'une activité physique. Mieux que des médicaments !

La ville de Strasbourg vient de mettre en place un dispositif « Sport-Santé sur ordonnance ». Cette expérimentation, échelonnée sur un an, a pour objectif de favoriser la pratique d'une activité physique régulière et adaptée pour des patients souffrant de maladies chroniques stabilisées. À l'autre bout de la France, à Toulouse, douze hommes sains, âgés de 20 à 45 ans, passent une longue période d'alitement à la clinique spatiale du Medes. Cette expérience, conduite par le CNES et l'EsA, se déroule en trois campagnes d'un mois, entre novembre 2012 et novembre 2013. Des sujets sains sont allongés sur un lit incliné à -6° , la tête plus basse que les pieds.

Son but : tester l'efficacité de l'exercice physique combiné à des vibrations, avec ou sans supplément nutritionnel pour prévenir la désadaptation de l'organisme lors d'un manque d'activité physique.

Régulièrement financées par le CNES, ces campagnes *bedrest* permettent de comprendre au sol les effets négatifs de l'impesanteur sur les os, les muscles, le système cardiovasculaire, neurosensoriel, immunitaire, etc., tels qu'ils sont vécus par les spationautes à leur retour sur Terre. Or, pour nous autres Terriens, la gravité est un facteur constant de notre environnement. Nos fonctions physiologiques sont faites pour répondre aux contraintes de cette gravité. Se tenir debout, s'allonger et se relever, changer de position,

MOVE IT, MOVE IT

Space prescribes exercise

The bedrest experiments currently being conducted on healthy volunteers at the MEDES' space clinic are as useful for space research as for medical applications on Earth. To counter the detrimental effects of prolonged bedrest on muscles, bones and the heart, doctors from different disciplines prescribe physical activity for patients whose illness has been stabilized. Exercise is more effective than medicines.

Strasbourg has just set up an experimental programme that prescribes sports for health reasons. The one-year trial is designed to encourage patients with stable chronic illnesses to do suitable exercises on a regular basis. Meanwhile, at the other end of France, 12 healthy men aged 20 to 45 are participating in a bedrest experiment at the MEDES space clinic in Toulouse. Led by CNES and ESA, the experiment is divided into three one-month campaigns between November 2012 and November 2013. These healthy volunteers are confined head-down to a bed tilted 6 degrees from horizontal. The

experiment is designed to test the efficacy of physical exercise combined with vibrations, with or without nutritional supplements, to counter changes in the body due to lack of exercise. Regularly funded by CNES, these bedrest experiments on Earth shed light on the negative effects of weightlessness on bones, muscles and the cardiovascular, neurosensory and immune systems as experienced by astronauts on their return to Earth. For those who have never left Earth, gravity is an environmental constant. Our physiological functions are tuned to it, so people in good health have no



www.cnes.fr

BEDREST

Notre coup de fil à Marie-Pierre Bareille (responsable de l'expérience d'alitement 2012). A talk with Marie-Pierre Bareille, in charge of the 2012 bedrest experiment. www.cnes.fr/webmag

se maintenir en équilibre, dépenser de l'énergie pour monter des escaliers, tout cela peut se faire facilement pour des personnes en bonne santé, mais pas pour des personnes fragiles ou malades. Se pose une question : ces expériences réalisées pour la recherche spatiale depuis plus d'une vingtaine d'années dans différents pays du monde ont-elles des retombées dans le domaine thérapeutique ?

La réponse est d'emblée positive pour les médecins et professeurs rencontrés qui ont déjà participé au suivi de ces campagnes *bedrest*. Ils appliquent, dans leur discipline, les enseignements retirés de l'étude de sujets sains en alitement prolongé. Situation que l'on connaît tous lorsqu'on tombe malade. Lorsque la maladie est stabilisée, il faut récupérer les fonctionnalités de son corps en pratiquant une activité physique adaptée.

Réadapter le patient

Selon le docteur Jacques Bernard, spécialiste de médecine interne et de rhumatologie au CHU de Purpan, à Toulouse, l'alitement prolongé entraîne une perte de muscle très rapide et une perte d'os plus lente, particulièrement en regard des zones de contrainte habituelles. Le décalage dans le temps entre l'adaptation musculaire et l'adaptation

osseuse est un élément utile au clinicien. Dans le cas des maladies inflammatoires des articulations (polyarthrite rhumatoïde, spondylarthrite ankylosante, etc), entraînant une sédentarité obligée tant que l'on n'a pas trouvé la bonne molécule, la situation est proche de l'alitement prolongé et les effets sur l'os et les muscles sont majeurs. Le patient ne va pas solliciter son appareil musculo-squelettique, il va perdre du muscle et de l'os. Le médecin insiste : « Nous devons lutter chez ces malades contre la sédentarité et les réadapter, sitôt la souffrance atténuée. Je prescris des séances de kiné dans l'objectif premier de refaire les muscles atrophiés, élément essentiel pour la réalisation du mouvement harmonieux et la protection de l'os. Dans un deuxième temps, je prescris des exercices avec charges pour réadapter le tissu osseux. Nous poussons nos patients à lutter contre les effets néfastes de l'alitement prolongé. Ces expériences de *bedrest* sont des modèles très utiles pour étudier des contre-mesures que nous pouvons leur appliquer. »

Bienfaits de l'activité physique, méfaits de l'inactivité

Pour le docteur Anne Pavy-Le Traon, spécialiste du système nerveux autonome au CHU de Toulouse, et qui a déjà travaillé dix ans à la clinique spatiale : « Le *bedrest* entraîne un déconditionnement cardio-vasculaire qui se traduit, quand on veut se relever, par une baisse de la pression artérielle, pouvant entraîner une vision floue, une syncope, de la fatigue. Cela concerne aussi bien le spationaute de retour sur Terre que toute personne alitée. » L'espace représente un bon modèle pour expliquer les mécanismes de l'hypotension, différents facteurs se retrouvant chez les diabétiques ou chez les personnes âgées sujettes à de fréquentes chutes de tension. « Travailler pour le spatial m'a sensibilisée aux effets de l'alitement. Ces connaissances me servent au quotidien lors des explorations du système nerveux autonome. Là, on m'envoie des patients qui ont des problèmes d'hypotension orthostatique,



▶▶ La pratique du tai-chi réduit le risque de chutes et améliore l'équilibre des personnes âgées. Tai chi reduces the risk of falls and improves balance for elderly people.

difficulty standing up, stretching, getting up, changing position, keeping their balance and expending energy going up the stairs or the like. All these exercises pose problems for frail or ill people. The question now is: do all these space research experiments carried out in various countries in the past 20 years lead to changes in therapy? The answer is yes according to the doctors and professors who have helped monitor *bedrest* experiments. They apply the lessons learnt to their own discipline. We have all experienced the effects of being confined to bed due to illness. Once the doctors have stabilized the situation, the body needs suitable physical exercises to recover.

Rehabilitating patients

According to Dr Jacques Bernard, specialist in internal medicine and rheumatology at Purpan University Hospital in Toulouse, "these experiments on healthy

volunteers are very closely monitored. Patients must leave as healthy as when they arrived. After three months in bed, their body has become accustomed to life in bed, so returning to life upright can be painful. On getting up, their feet, knees and hip joints hurt. Their wonderful mechanical system involving muscles, tendons and bones has become 'rusty'. They need rehabilitation." Prolonged *bedrest* leads to very rapid muscle loss and slower bone loss, especially in areas regularly subject to stresses. The time lag between muscle and bone adaptation is a useful indicator for clinicians. In the case of inflammatory diseases affecting the joints, such as rheumatoid arthritis or ankylosing spondylarthritis, which force the patient to remain sedentary until the most effective molecule is found, the situation is very close to prolonged *bedrest*, with the same effects on major muscles and bones. These patients are no longer

making their musculoskeletal system work, so they lose muscle and bone density. Dr Bernard emphasizes that "we must combat physical inactivity among such patients and as soon as pain has been alleviated, rehabilitate them. I prescribe physical therapy primarily to build up their muscles again, a vital step towards smooth movements and a protection for the underlying skeleton. After that, I prescribe exercises using weights to regain bone tissue. We drive our patients to combat the harmful effects of prolonged *bedrest*. These experiments are very useful models for studying effective countermeasures."

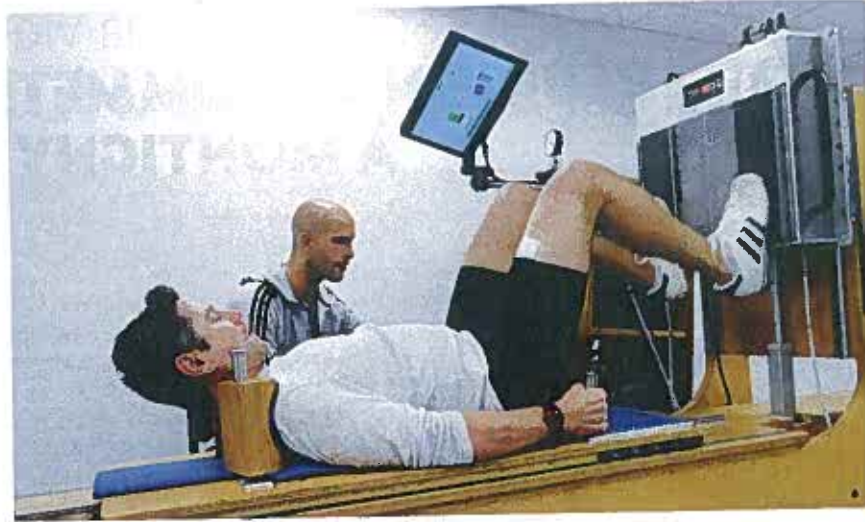
Physical activity good, inactivity bad

Dr Anne Pavy-Le Traon, specialist in the autonomic nervous system at the Toulouse University Hospital, worked at the MEDES space clinic for ten years. "Bedrest leads to changes in the cardiovascular

baisse de la tension artérielle survenant quand on passe de la position allongée à la position debout. Il faut trouver quelle en est la cause. Les moyens utilisés pour les explorer sont les mêmes que ceux employés au cours des vols spatiaux ou en simulation (bedrest). Pour la prévenir, les moyens utilisés se ressemblent aussi, les spationautes portent par exemple après le vol un pantalon anti-G, et nos patients des bas de contention! Il nous faut lutter contre la sédentarité. La connaissance du milieu spatial est un plus pour mieux appréhender les bienfaits de l'activité physique et les méfaits de l'inactivité. »

La sédentarité, c'est pathologique

Le professeur Daniel Rivière, chef du service d'exploration de la fonction respiratoire et de médecine du sport à l'hôpital Larrey, à Toulouse, enseignant à la faculté de médecine, vous prescrira plus de sport que de médicaments. « Le modèle de sédentarité du bedrest sert à comprendre la sédentarité de nos contemporains. 50 % de la population, en France, est considérée comme sédentaire! » Le professeur sait de quoi il parle en tant que président d'efFORMip. Cette association régionale de Midi-Pyrénées a pour but de lutter contre la sédentarité de personnes porteuses de pathologies chroniques par la prescription d'activités physiques et sportives adaptées et sécurisées. « Cela concerne aussi bien les valides que les personnes en situation de handi-



cap physique, sensoriel ou mental. Dans ce dernier cas, nous avons constaté une forme d'obésité institutionnalisée, contre laquelle, malgré la maladie mentale, il faut lutter. » D'ailleurs, au cours des campagnes bedrest, des contre-mesures sont appliquées et se révèlent utiles pour élaborer des programmes d'activités physiques encore plus performants. L'existence de groupes témoins et de groupes contre-mesures a favorisé, dans le cadre de maladies chroniques (diabète de type 2, obésité), la mise en place d'activités spécifiques: exercices en endurance, renforcement musculaire, exercices en continu ou intermittents, etc.: « La sédentarité, c'est pathologique! », s'exclame le professeur Rivière! ■

▲▲ Bedrest, novembre 2012 : exercice sur plateforme vibrante. Bedrest November 2012: a subject exercises on a vibrating platform.



50 % DE LA POPULATION, EN FRANCE, EST CONSIDÉRÉE COMME SÉDENTAIRE ! ”

“50% of the French population is considered to lack physical exercise.”



▲▲ Bedrest, novembre 2012 : analyse en 3D de l'architecture osseuse par micro-scanner 3D-pQCT. Bedrest November 2012: 3D analysis of bone structure using a 3D-pQCT microscanner.

system that cause a drop in blood pressure when you try to get up. This in turn can result in blurred vision, fainting or fatigue. These symptoms are the same, whether you are an astronaut returning to Earth or a patient confined to bed.” Space provides a good model to explain the mechanics of low blood pressure. Different factors may be found among diabetics or older people subject to frequent drops in blood pressure. “Working for the space sector made me aware of the effects of bedrest,” says Pavy-Le Traon. “What I learned is now applied daily in my investigations into the autonomic nervous system. I’m sent patients who have orthostatic hypotension—a sudden drop in blood pressure when standing up again after being in a lying position. We have to find the cause. Our methods of investigation are the same as used for spaceflight or bedrest simulations. To mitigate the effects, we use similar methods too. Astronauts wear anti-G trousers once back on Earth, and our patients, support stockings. We have to do something about physical inactivity. Knowing the space environment gives you a better grasp of the benefits of physical activity and the harmful effects of inactivity.”

Sedentary lifestyles: a modern disease
Professor Daniel Rivière, who heads the respiratory function and sports medicine department at Larrey

hospital in Toulouse, prescribes more sport than medicines. A lecturer at the Faculty of Medicine, he explains that “The bedrest model of physical inactivity helps us understand the sedentary lifestyle of our contemporaries. 50% of the French population is considered to lack physical exercise.” The professor is well aware of the situation, being chair of the Midi-Pyrenees efFORMip association. This regional body strives to combat the inactive lifestyle of people with chronic illnesses by prescribing suitable physical exercise and sports in a secure environment. “It applies just as well to able as disabled people, whether a physical, sensorial or mental disability. In the latter case, we have seen a kind of institutionalized obesity that we have to fight, despite the mental illness.” During bedrest campaigns, countermeasures are trialled and used as input for more effective physical training programmes. The existence of control groups and countermeasure groups has supported the development of specific activities for chronic illnesses such as Type 2 diabetes and obesity. The programme includes endurance training and muscle strengthening, with continuous or intermittent exercises: “physical inactivity is an illness in itself,” Professor Rivière exclaims. ■

1 The MEDES space medicine and physiology institute assists the medical supervision of astronauts and transitions space