



Available online at
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com

Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 55 (2012) 623–640

ANNALS
 OF PHYSICAL
 AND REHABILITATION MEDICINE

Literature review / Revue de la littérature

Relevance of the measure of perceived exertion for the rehabilitation of obese patients

Intérêts de la mesure de la perception de l'effort pour la réadaptation des patients obèses

J.-B. Coquart ^{a,*}, C. Tourny-Chollet ^a, F. Lemaître ^a, C. Lemaire ^b, J.-M. Grosbois ^c, M. Garcin ^d

^a EA 3832, centre d'études des transformations des activités physiques et sportives, faculté des sciences du sport, université de Rouen, 76000 Rouen, France

^b Service d'endocrinologie, de diabétologie et des maladies de la nutrition, centre hospitalier Germon-et-Gauthier, 62400 Béthune, France

^c Service de pneumologie, centre hospitalier Germon-et-Gauthier, 62400 Béthune, France

^d EA 4488, UDSL, 59790 Ronchin, France

Received 14 October 2011; accepted 16 July 2012

Abstract

The most common tool used for measuring effort perception is the rating scale of perceived exertion (RPE) developed by Borg. This scale is also used for various outcomes in the general population. The validity and reliability of this scale have already been reported in obese patients. However, the relevance of measuring perceived exertion in obese patients is still poorly known. This review of the literature presents the Borg RPE scale (i.e., validity, reliability and recommendations) and its main advantages during graded exercise tests (e.g., comparison of physical capacity, predicting physiological variables, verifying exhaustion and exercise safety) and rehabilitation programs (e.g., individualized exercise intensity, evaluation of the impact of a rehabilitation program and even determining the perceptual preference) in obese patients. This review of the literature underlines the relevance and usefulness of the Borg RPE scale, which is still underused in obese patients. However, additional studies are still necessary before using this scale routinely in all obese patients (regardless of the severity of their obesity or associated complications).

© 2012 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Ratings of perceived exertion (RPE); Obesity; Work capacity evaluation; Physical exercise; Exercise tolerance

Résumé

L'échelle de perception de l'effort (RPE) de Borg est actuellement l'outil le plus fréquemment utilisé pour mesurer la perception de l'effort. Cette échelle est utilisée à des fins variées dans la population générale. La validité et la reproductibilité de cette échelle ont déjà été étudiées chez le patient obèse. Cependant, les intérêts de la mesure de la perception de l'effort chez le patient obèse restent mal connus. Cette revue de littérature présente par conséquent l'échelle RPE de Borg (i.e., validité, reproductibilité et recommandations) et ses principaux intérêts lors d'épreuves d'effort maximal ou non (e.g., comparaison de la capacité physique, prédiction de variables physiologiques, vérification de l'exhaustivité d'un exercice, sécurisation des exercices) et de programmes de réadaptation à l'effort (e.g., prescription individualisée d'une intensité d'exercice, évaluation des effets d'un programme de réadaptation, ou encore détermination d'une préférence perceptive) chez le patient obèse. Cette revue de littérature démontre l'utilité encore mal connue de l'échelle RPE de Borg chez le patient obèse. Cependant, des études complémentaires restent encore à réaliser avant d'utiliser en routine cette échelle pour tous les patients obèses (quel que soit leur degré d'obésité et leurs comorbidités associées).

© 2012 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Perception de l'effort (RPE) ; Obésité ; Évaluation de la capacité de travail ; Exercice physique ; Tolérance à l'effort

* Corresponding author. Faculté des sciences du sport et de l'éducation physique, CETAPS, boulevard Siegfried, 76821 Mont-Saint-Aignan cedex, France.

E-mail address: jeremy.coquart@voila.fr (J.B. Coquart).

1. English version

1.1. Introduction

The concept of perceived exertion was introduced in the late 1950s with methods measuring local fatigue or breathlessness [5]. Perceived exertion is defined by sensations of effort, constraints, discomfort and fatigue felt by a person when exercising [41,51,55]. Perceived exertion is also used in various situations: ergonomics, education, sports or clinical application [55] to reach various objectives. Many authors [3,7,27,30,47,53] have developed and validated several scales to measure perceived exertion. However, the Borg rating of perceived exertion (RPE) scale remains the most commonly used one [32,38,48]. Thus, this review of the literature is only dedicated to the Borg RPE scale [3]. This scale is administered in training clubs, at home but also in many hospital and healthcare centers. It is also used in graded exercise tests (GXT) before and after a patient's training program, as well as all along these training programs in order to optimize patients' care management. In fact, the information delivered by the RPE scale can help design and manage each step of the patient's rehabilitation program.

Furthermore, for many decades, France has observed a constant increase in the prevalence of obesity, even though the latter has been leveling off [8]. In 2007, the total annual cost of obesity in France was estimated at oscillating between 2.1 and 6.2 billion Euros, i.e. corresponding to 1.5 to 4.6% of France's total healthcare costs (this number is probably quite underestimated today, since it was based on data from 2002) [19]. To decrease obesity prevalence and thus related healthcare costs, it has been proven that obese patients must exercise regularly. However, implementing a regular exercise activity (i.e., in a controlled setting with individualized exercise intensity) has been quite difficult with complicated technological apparatus used to set adapted exercise intensity (e.g., heart rate monitor, satellite tracking), sometimes quite costly (respiratory gas exchanges analysis to determine the patient's maximum exercise capacity), or not adapted to the patient's expectations (e.g., sometimes associations or

healthcare centers propose walking exercises when the patient prefers cycling exercises).

As a result, the objective of this review of the literature was to present a simple and cost-effective tool, the RPE Borg scale [3], and to show its relevance when used with overweight or obese patients (most often without associated complications) in the framework of evaluating exercise capacity or prescribing the right rehabilitation program.

1.2. Presenting the Borg RPE scale

The first version of the RPE scale was designed in the 1960s by Gunnar Borg, PhD in Psychology. Since then, this tool has been updated to become the most commonly used scale to assess effort exertion [32,38,48]. This scale is made up of 15 different levels, comprised between 6 and 20, associated to verbal feedback (going from "extremely light" for level 7 to "extremely hard" for level 19), in order to obtain a subjective description of exercise strenuousness (Table 1). The numeric values of the various levels were chosen in order to determine the heart rates (HR) of a medium-aged, sedentary and healthy man during GXT on an cycle ergometer or treadmill ($RPE \times 10 = HR$) [4]. Thus the numbers 6 and 20 were chosen as minimum and maximum values, since these numbers multiplied by ten are meant to represent respectively the resting heart rate ($HR_{rest} = 60$ bpm) and the maximum heart rate ($HR_{max} = 200$ bpm) of a young healthy and sedentary adult male [4]. The RPE scale has been designed to correlate various physiological and perceived responses to different exercise constraints [31]. As reminded by Garcin [26], perceived exertion is a quantitative translation of a complex psychological and physiological process based on the individual assimilation of varied sensations and perceptions of effort and stress caused by physical workout, with each sensation bearing a subjective value. From its beginnings, the RPE scale has been widely promoted and used in various applications such as sports training, ergonomics or rehabilitation programs [5]. This scale has been translated and validated in several languages [36,62] including French (Table 1) [56]. Thus, in French-speaking countries to assess perceived exertion, one just needs to ask the

Table 1
Ratings perceived exertion scale of Borg (1970) and these instructions.

How hard do you feel this exercise?	While exercising we want you to rate your perception of exertion, i.e., how heavy and strenuous the exercise feels to you.
6	The perception of exertion depends mainly on the strain and fatigue in your muscles and on your feeling of breathlessness or aches in the chest
7 Very very light	Look at this rating scale; we want you to use this scale from 6 to 20, where 6 below while means "no exertion at all" and 20 means "maximal exertion"
8	9 corresponds to "very light" exercise. For a normal, healthy person it is like walking slowly at his or her own pace for some minutes
9 Very light	13 on the scale is "somewhat hard" exercise, but it still feels OK to continue
10	17 "very hard" is very strenuous. A healthy person can still go on, but he or she really has to push him- or herself. It feels very heavy, and the person is very tired
11 Light	19 on the scale is an extremely strenuous exercise level. For most people this is the most strenuous exercise they have ever experienced
12	Try to appraise your feeling of exertion as honestly as possible, without thinking about what the actual physical load is.
13 Somewhat hard	Do not underestimate it, but do not overestimate it neither. It is your own feeling of effort and exertion that is important, not how it compares to other people's. What other people think is not important neither. Look at the scales and the expressions and then give a number. Any question?
14	
15 Hard	
16	
17 Very hard	
18	
19 Very very hard	
20	

following question: “How hard do you feel this exercise is?” [56]. In order to answer, the patient must use the different ratings described on the RPE. For example, if the patient perceived the exertion as “very light” he or she will rate it as 9 on the scale, whereas if the patient felt the effort as “hard” he or she will rate it as 15. Furthermore, the patient can also pick an intermediate value if he or she perceives the effort between “very light” (i.e., RPE = 9) and “light” (i.e., RPE = 11), even if that number does not have a verbal description (i.e., RPE = 10; Table 1).

1.3. Psychometric qualities of the RPE scale

1.3.1. Validity of the RPE scale

The validity of the RPE scale has been demonstrated within different studies during walking [45,66], running [21,45], ergometer cycling [35,63], or even swimming [62], in children and adolescents [35,45], healthy individuals [21,62], athletes [63], and elderly populations [66]. However, one of the first studies testing the validity of the RPE scale was conducted on an all together different population: obese patients [57]. In this study, eight young students without weight disorders and eight obese students performed, in a random order, two types of exercise on a cycle ergometer: a classic GXT and a discontinuous random-loading test (i.e., a test where the loads were presented in a random order and separated by 8-minute intervals of passive training recovery). During these two exercises, and for each different workload, the experiment team collected various physiological variables (e.g., ventilation, breathing frequency, oxygen consumption and HR) and the subject’s RPE results. Afterwards, physiological and RPE data collected for each different workload during the classic GXT were compared to physiological and RPE variables collected during the discontinuous random-loading test. The results reported no significant difference between these values ($p > 0.05$). Furthermore, moderate to high correlations were found between these values ($r = 0.60$ to 0.98 ; $p < 0.05$). More specifically, Skinner et al. [57] showed that the RPE results were not significantly different ($p > 0.05$) between the two tests, and that there was a significant correlation between RPE data from both tests ($r = 0.79$; $p < 0.05$). Based on these results, the authors concluded that individuals were capable of perceiving small differences regarding the intensity of the exercise on a cycle ergometer. Thus, the RPE scale seems to be a valid tool for the general population as well as obese patients. However, one should keep in mind that this study was based on a very small cohort (i.e., eight healthy patients and eight obese patients) and that the authors came to the conclusion that the RPE was sensitive to change without delivering more statistical analyses on this responsiveness to change.

1.3.2. Reproducibility of the RPE scale

According to Atkinson and Nevill [1], reproducibility may be considered as the amount of measurement error that has been deemed acceptable for the effective practical use of a measurement tool. It can be established when two experiences are conducted in similar situations (i.e., test-retest reliability) in

order to obtain similar or almost identical scores. Skinner et al. [57] were the first to study the reproducibility of the RPE scale in obese patients. In their study, the authors analyzed the correlations between RPE data collected during the test-retest assessment. Results showed that variables were significantly correlated during classic GXT ($r = 0.80$; $p < 0.05$), and discontinuous random-loading tests ($r = 0.78$; $p < 0.05$). Furthermore, the same team reported that these correlations were better than the ones obtained with certain physiological variables (i.e., breathing frequency and tidal volume). Moreover and as shown in this study, during similar tests significant correlations were obtained between RPE data, thus suggesting that the Borg RPE scale [3] is a reliable and reproducible tool in obese patients. Since then, several studies have validated the reproducibility of the RPE scale during various types of exercises and in different populations [12,28,35,57,60].

1.4. Recommendations before using the RPE scale

1.4.1. Definition, information and instructions

The administrator must first clearly explain to the patient that the RPE scale is dedicated to evaluate effort exertion and not the intensity of the exercise or the difficulty of the performed task. Then, the patients should read the scale’s instructions before each exercise (Table 1) [50]. Afterwards, it is essential to make sure that the patient understood how to use the scale and deliver the RPE, mainly the fact that he or she must self-assess on a *continuum* between the minimum value (RPE = 6 corresponding to rest) and the maximum value (RPE = 20 corresponding to maximum exertion) of the RPE scale. In order to achieve these goals, the following questions should be asked [50]:

- How do you feel right now? Please give a number on the scale.
- How do you feel when you perform your favorite recreational activity? Please attribute a number on the scale.
- How did you feel when you performed the most exhausting exercise that you can remember doing? Please point to a number on the scale.

1.4.2. Perceptual anchors

When a perception scale is used for the first time, it is quite useful to determine anchor points [50]. The latter helps determine the intensity of the signals perceived at the extreme ranges of the scale. These anchors also serve as references for patients and can help them express their feelings by using the complete range of numbers on the scale. Mainly two methods are used to implement these anchors: “exercise anchoring” and “memory anchoring” [50].

1.4.2.1. Exercise anchoring. In the case of “exercise anchoring” [50], the subject performs a short exercise (i.e., 1 to 2 min) at a really low intensity, using if possible the same exercise modality that will be used afterwards. The subject needs to be reminded that at the end of the short exercise duration the effort must be associated to one of the lowest values on the scale.

Afterwards, the subject must perform the same exercise, over a short period of time, but at maximum capacity until complete exertion. When the patient reaches complete exertion, he or she is reminded that this effort must correspond to one of the highest values on the scale. In practice, this procedure is quite difficult to implement in pathological populations, since it requires maximum capacity (that could lead to real cardiovascular risks) and is quite time consuming. In this case, memory-based anchoring should be chosen.

1.4.2.2. Memory anchoring. When “memory anchoring” is used [50], patients must remember the time when they felt a level of effort corresponding to the least strenuous (minimum anchors: RPE = 6–7), and most strenuous (maximum anchors: RPE = 19–20) verbal descriptions on the scale. Afterwards, during exercise, patients must evaluate the RPE by comparing their actual perceptions to the memories of these minimum and maximum anchors.

1.4.2.3. Combined memory and exercise anchoring. Even though memory anchoring and exercise anchoring are commonly used separately, they can also be combined [50]. In this case, the subject first starts with exercise anchoring (e.g., during the GXT before starting the rehabilitation program) and then continues with memory anchoring to reinforce perceptual anchors (e.g., at the beginning of some rehabilitation training sessions).

1.5. Relevance of RPE measurements

RPE data are often associated to physiological data during GXT [54]. Administering the RPE scale is cheap, non-invasive and does not require any complex apparatus [43]. Furthermore, it offers the advantages to be relevant for any type of exercise (e.g., walking, biking) and applicable in various locations (e.g., sports center, at home, in a healthcare setting). Moreover, it is validated and reliability and is very easy to use [43]. This is probably why the RPE scale is one of the most used tools during GXT.

1.5.1. RPE measurements during GXT

1.5.1.1. Progression, safe stop and maximum capacity status during GXT. According to several authors [43,52,55], the main application of the RPE scale is measuring the progression of a GXT in a clinical context. In fact, during these tests, RPE values collected at a given time provide a proper indication of the progression of the GXT (i.e., how long the patient can still go on before safely stopping the exercise). For example, during GXT and for similar loading a patient reporting an RPE at 17 (equal to “very hard” perceived exertion) is closer to exhaustion than another one evaluating his or her effort as “hard” (i.e., RPE = 15). In this light, the RPE scale seems to be a precious complementary measurement tool to help appreciate the progression of exercise testing [43]. In a similar manner, it was reported that a RPE score between 15 and 17 during GXT in cardiac patients, often implies stopping the exercise at the next stage [43,55]. Thus, when a high score

is expressed by the patient, the supervising physician (present during the GXT) can better anticipate the end of the exercise [43]. For example, in our hospital, to show maximum muscle capacity during GXT based on peak lactate levels, we start by preparing the portable clinical lactate analyzer when an obese and cardiac patient reports an RPE score equal or above 15. Moreover, RPE measures during GXT can also help the physician to take the decision to safely stop the exercise [6]. In obese individuals, it is recommended to stop the GXT when the RPE score reaches 15 or above [6]. In fact, below an exertion perceived as “hard” (i.e., RPE = 15), the risk of cardiovascular complications remains low in obese patients. On the other hand, when the maximum or sub-maximal RPE score is reached this value can validate the exhaustiveness of the exercise test [43,52,55]. In fact, the physiological criteria used commonly to guarantee that maximum exercise capacity has been reached (e.g., high respiratory exchange ratio or HR close to the theoretical HRmax) are often not sensitive enough to validate exhaustion, whereas the maximum RPE score matches the final point of the exercise [43]. Thus, it is recommended to note, in addition to physiological criteria for maximum exercise capacity, the RPE score, if the latter is close or equal to the maximum value (i.e., RPE = 20), this value can validate that the patient has stopped the exercise because of exhaustion [52].

In addition to taking into account a unique RPE value (e.g., RPE = 15 to safely stop the GXT in a patient or RPE = 20 to validate maximum exercise capacity), it seems that the RPE slope between two levels, could be used to estimate the progression rate towards the end of the GXT [43]. It means that if two patients report the same RPE score (e.g., RPE = 15) at a similar absolute exercise intensity (e.g., power = 50 W on an ergocycle; Fig. 1), the patient with the highest rising slope (e.g., Patient B: two ratings for a power increment of 10 W min; Fig. 1) is closer to exhaustion than the patient with a lower slope (e.g., Patient A: one rating for a power increment of 10 W min; Fig. 1). GXT are often conducted on patients taking

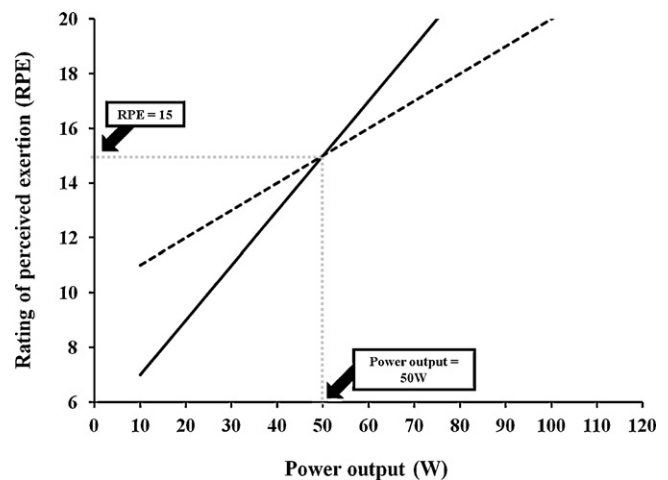


Fig. 1. Comparison of two different progression increments during a graded exercise test conducted on a cycle ergometer. Broken line: patient A (obese patient in a rehabilitation program); solid line: patient B (obese and sedentary patient).

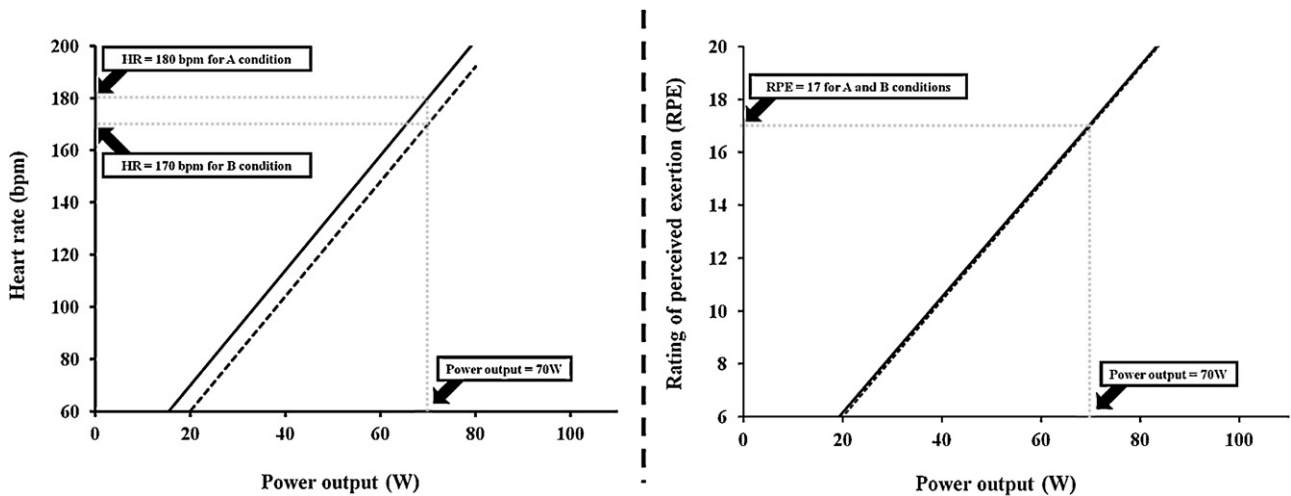


Fig. 2. Impact of beta-blocker intake on the heart rate (HR, represented on the left side) and rating of perceived exertion (RPE, represented on the right side) in an obese patient during a graded exercise test conducted on a cycle ergometer. Solid line: context A (obese patient not taking beta-blocker drugs) and broken line: context B (obese patient taking beta-blocker drugs).

cardiovascular drugs [55]. The pharmacological actions of these drugs can alter the hemodynamic responses such as HR [55]. Thus, since HR is modified by some types of drugs, RPE measures are especially relevant to evaluate the progression of exercise. In fact, for a similar exercise loading (e.g., power = 70 W), the intake of beta-blocker drugs, such as propranolol, decreases the HR (e.g., 180 vs. 170 bpm in a same patient respectively with and without beta-blocker drugs; Fig. 2), whereas RPE is not affected by this pharmacological substance (e.g., RPE = 17 for the same patient respectively with and without beta-blocker drugs; Fig. 2) [43]. In conclusion, it would seem, under certain conditions, that RPE is more sensitive to change for detecting exercise progression than the HR.

1.5.1.2. Comparing physical capacities. According to Noble and Robertson [43], RPE, just like HR, can be used during GXT

to compare the physical fitness of two different patients. In order to do so, one needs to collect the RPE scores at each different stage of GXT (Fig. 3) [43,52]. Then, for the same RPE (e.g., RPE = 15), the patient who maintained the highest exercise loading (Patient A \approx 70 W vs. Patient B \approx 50 W) is the one with the best physical fitness (Patient A; Fig. 3). Furthermore, for a same given exercise load, (e.g., power = 70 W), the patient reporting the lowest RPE (Patient A \approx 15 i.e. “hard” vs. Patient B \approx 17 i.e. “very hard”) will be in the best physical fitness (Patient; Fig. 3). Previously, Hulens et al. [33] validated that RPE values could be used to compare the physical fitness of obese patients during walking exercises. In fact, after having differentiated three groups of female patients (group of women without weight problems with a BMI \leq 26 kg/m²; group of overweight women or moderately obese with a BMI between 27.5 and 34.9 kg/m²; group of severely obese women with a BMI \geq 35 kg/m²), the authors

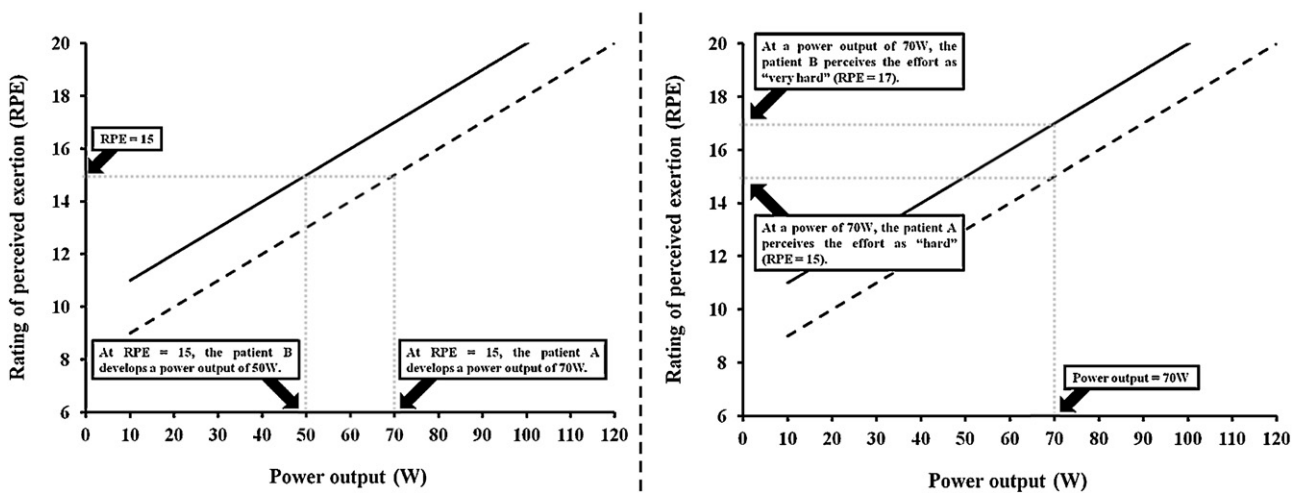


Fig. 3. Example of the physical fitness comparison of two obese patients based on perceived exertion measured by the RPE scale during a graded exercise test on a cycle ergometer (on the left side: based on the same RPE value; on the right side: based on the same absolute power). Broken line: patient A (retrained obese patient); solid line: patient B (sedentary obese patient).

have shown that obese patients (with moderate or severe obesity) had higher RPE values during the 6-minute walk test and also covered a shorter walking distance. Since walking distance during the 6-minute walk test is used to evaluate the physical condition of obese patients [33], we could say that obese women are in a worse physical fitness than women without excessive weight, and these women must in theory perceive maximum exercise intensity (and sub-maximal) as more hard. Consequently, RPE could be used to compare the physical fitness of obese patients.

1.5.1.3. Predicting peak exercise capacity. Measuring perceived exertion during sub-maximal effort is also particularly relevant to predict peak exercise capacity. In fact, since there is a linear relationship between RPE and certain variables such as HR and oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) or developed power, one can extrapolate the relationship between these values to determine the final point of the exercise corresponding to peak exercise capacity [43]. Moreover, it has been validated that the peak oxygen uptake ($\dot{V}O_{2peak}$) could be predicted in healthy subjects [11,16,20,22–25]. Recently, Coquart et al. [9] reported that the linear relationship between RPE and $\dot{V}O_2$ during sub-maximal GXT could be used to determine $\dot{V}O_{2peak}$ in obese patients. The authors suggested to report on a chart RPE and $\dot{V}O_2$ values collected at each stage during sub-maximal GXT (Fig. 4) and to draw the line closest to these points. Once the line is drawn, a horizontal line going through the RPE maximum value (RPE = 20) must be added (Fig. 4). Finally, at the intersection between the horizontal line going through maximal RPE (i.e., RPE = 20) and the continuation of the regression line (highlighting the relationship between RPE and $\dot{V}O_2$ values) a vertical line must be projected onto the horizontal coordinates in order to predict the $\dot{V}O_{2peak}$ (Fig. 4). However, this study by Coquart et al. [9] must be confirmed since it concerned solely severely obese women (BMI = 39.6 ± 6.1 kg/m²). Theoretically, since the relationship between RPE values and other indicators of workload (such as

power or velocity) is also linear, it seems possible to predict several indicators of peak exercise capacity (e.g., maximum aerobic power or velocity), using the similar method described above.

On the other hand, since respiratory gas exchanges analysis is still not possible, due to the cost and availability of specific measuring tools, some authors [10,44] suggested using equations to predict $\dot{V}O_{2peak}$. In order to do so, Coquart et al. [10] recruited 30 obese women, submitted to GXT. During this test, the authors collected several variables, including the power developed at RPE = 15 (i.e., $P_{RPE=15}$, power developed at the RPE value considered as “hard”). Furthermore, the authors collected several anthropometric variables. Afterwards, Coquart et al. [14] conducted a multiple regression analysis with variables such as: $P_{RPE=15}$, body mass, BMI, age. The results of this multiple regression analysis showed it possible to predict $\dot{V}O_{2peak}$ based on age and $P_{RPE=15}$ in obese patients. To estimate $\dot{V}O_{2peak}$, the authors proposed the following equation:

$$\begin{aligned} \dot{V}O_{2peak}(\text{L}/\text{min}) \\ = 1.355 - 9.920e^{-3} \times \text{age} + 8.497e^{-3} \times P_{RPE=15} \end{aligned}$$

In their study, the model including age and $P_{RPE=15}$ (determined during GXT stopped at RPE = 15) explained more than 80% $\dot{V}O_{2peak}$ and reported a very low standard error of estimate (i.e., around 10%).

Consequently, whether using the linear relationship between RPE and $\dot{V}O_2$ values or the equation based on age and $P_{RPE=15}$, it is possible to estimate $\dot{V}O_{2peak}$ in obese patients. According to Coquart et al. [9], the relevance of this type of prediction in obese patients (often at a high risk of cardiovascular complications) lies in the fact that they would avoid high exercise loading during maximal GXT and thus reducing the risk of developing cardiovascular complications. Nevertheless, it is essential to remember that a maximal GXT is recommended in obese patients before proposing the adequate rehabilitation program for this population (e.g., to detect any contraindications to exercise). Predicting $\dot{V}O_{2peak}$ from RPE values is mostly relevant to prescribe individualized exercise intensity (e.g., based on a percentage of the ventilatory threshold according to the method described by Beaver et al. [2]), readjusting loading during rehabilitation program (e.g., monthly) and/or evaluating the impact of rehabilitation program on $\dot{V}O_{2peak}$ at the end of the rehabilitation program (to motivate patients to continue exercising at home). In the future, additional studies based on predicting $\dot{V}O_{2peak}$ in obese patients using RPE values collected during sub-maximal constant exercise tests (such as a walking test or 6-minute test on a step) and other variables could be useful.

1.5.2. Measures of RPE during rehabilitation program

1.5.2.1. Prescription of individualized exercise intensity

During rehabilitation programs, the prescription of personalized exercise intensity is based on the independent or concomitant use of physiological and perceptual data (collected during GXT), since these data are intimately related [42,55].

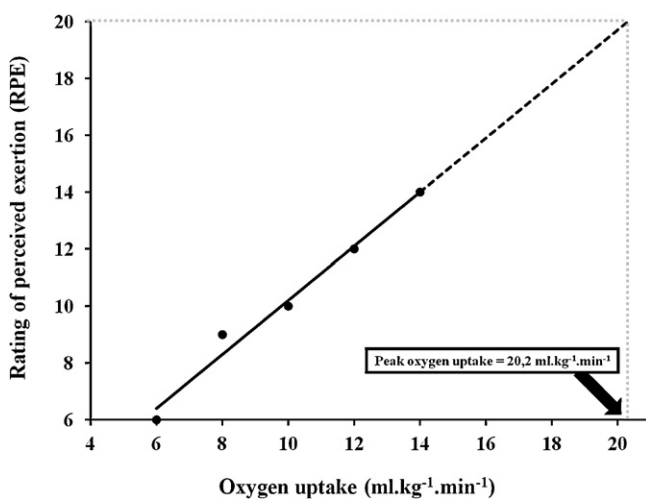


Fig. 4. Example of maximal oxygen uptake prediction based on ratings of perceived exertion (RPE) in obese patients during sub-maximal graded exercise tests conducted on a cycle ergometer.

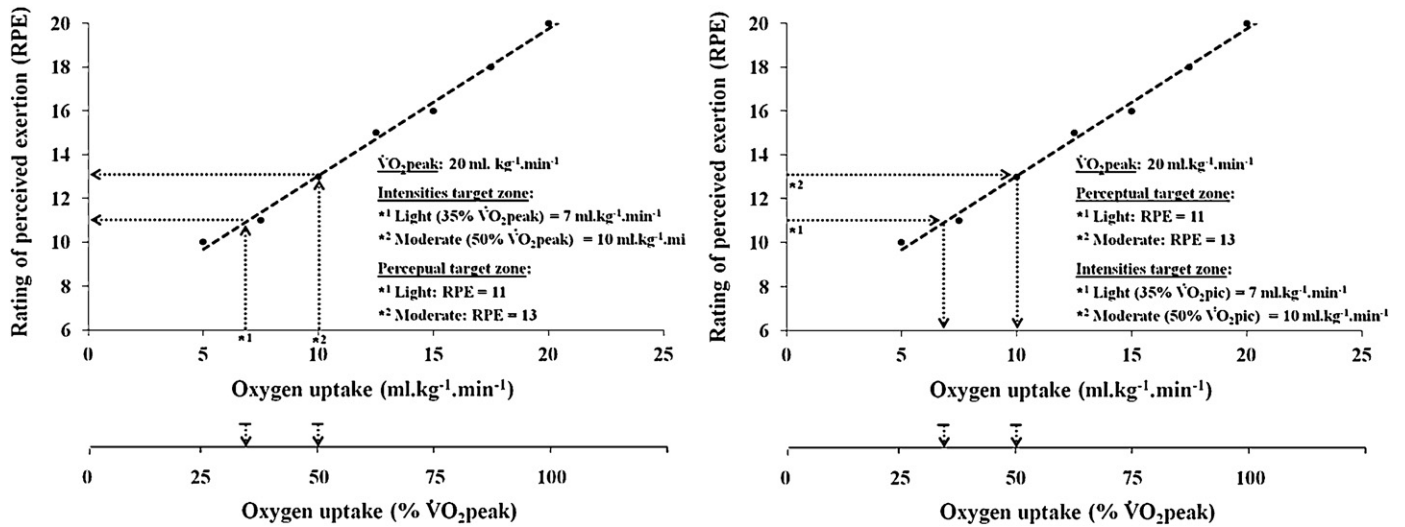


Fig. 5. Example of adapted exercise intensity prescription: estimation (panel on the left) and production (panel on the right) phases. $\dot{V}O_{2peak}$, peak oxygen uptake; RPE, ratings of perceived exertion.

Among the physiological variables used to prescribe individualized exercise intensity in obese or overweight patients, the HR is most often selected (expressed in percentage of HRmax or HR reserve) [15,46,59]. However, as previously described, HR can vary when taking certain drugs (e.g., beta-blockers; Section 1.5.1.1). Thus it is preferable, in obese patients treated with these drugs to use another method to prescribe adapted exercise intensity. A potential alternative would be to use the target RPE range. In fact, Tabet et al. [61], showed that in patients with coronary heart disease under beta-blockers, using the target RPE range (or target power) was more effective than prescribing a set HR to reach the intensity corresponding to first ventilatory threshold (VT_1). However, it required two distinct phases: “estimation” and “production” [40,49].

1.5.2.1.1. Estimation phase. During the estimation phase, the patient performs an exhaustive GXT. During the latter, RPE and $\dot{V}O_2$ values are recorded at the end of each stage of GXT and the $\dot{V}O_{2peak}$ is then measured (e.g., $\dot{V}O_{2peak} = 20$ ml/min/kg; Fig. 5). Afterwards, the $\dot{V}O_2$ of each stage is expressed in relative values (e.g., % $\dot{V}O_{2peak}$; Fig. 5). Then, a chart relating the RPE and relative $\dot{V}O_2$ values is drawn (Fig. 5). From that chart, it is then possible to estimate the perceived exertion for a target intensity range [42,54,55]. For example, Fig. 5 shows that for intensity ranging between 35 and 50% $\dot{V}O_{2peak}$, the level of exertion perceived by the patient was comprised between RPE = 11 (i.e., effort perceived as “light”) and RPE = 13 (i.e., effort perceived as “neither light, nor hard”).

1.5.2.1.2. Production phase. During the production phase, the target RPE range (e.g., effort perceived between RPE = 11 and RPE = 13) corresponding to the target intensity range (e.g., between 35 and 50% $\dot{V}O_{2peak}$) is used in order for the patient to produce the required physiological stimulus (Fig. 5) [40,42,54,55]. In other terms, by asking the patient to produce an effort corresponding to an RPE valued comprised between 11 and 13, the patient will develop an exercise intensity requiring an $\dot{V}O_2$ between 35 and 50% $\dot{V}O_{2peak}$ (Fig. 5).

Regulating exercise intensity by introducing the RPE target range is deemed valid when the $\dot{V}O_2$ corresponding to the target RPE range during the estimation phase is not significantly different from the $\dot{V}O_2$ recorded during the production phase [55]. Several studies have already proven the prescriptive validity of the RPE scale for a wide range of exercise intensities, various types of exercises and in different populations [18,21,37,58,64]. One of these studies was conducted in overweight children aged 9 to 15 years [64].

In this study, four exercise intensities (i.e., RPE = 7, 10, 13 and 16) were tested during two different types of exercises (i.e., cycling and walking/running). The results revealed that overweight children were capable of precisely regulating the intensity of the exercise on a cycle ergometer. However, the intensities were overestimated during walking/running. To our knowledge, the only study focusing on exercise prescription based on RPE values in overweight adults is the one by Gondoni et al. [29]. However, these authors showed that using RPE could lead to an overestimation around 20% of the exercise intensity. Consequently, even though the RPE scale seems a valid tool for the prescription of exercise intensity in the general population [18,21,37,58], additional studies must be conducted in order to use the RPE in any type of activity in obese or overweight patients.

1.5.2.2. Prescription of exercise intensity corresponding to the VT_1 . The VT_1 is a physiological marker corresponding to the transition between aerobic metabolism and a mixed aerobic-anaerobic metabolism [65]. In obese children and adults in order to reach cardio-circulatory and respiratory benefits, the intensity of the exercise should be at least around VT_1 [17]. To prescribe the exercise intensity at VT_1 , it is possible to use the target RPE range [42]. In fact, in obese patients (with or without arterial hypertension) it has been demonstrated that the VT_1 is located around RPE = 12, approximately at 60% HRmax, and 30% HR reserve [39]. Prescribing this exercise intensity during

one entire year seems effective to fight obesity and arterial hypertension [39]. Furthermore, intermittent exercises seem beneficial in obese patients (with or without type 2 diabetes) [13,14].

1.5.2.3. Subconscious regulating of the exercise intensity. Regular physical exercise has been validated as a mean to improve physical fitness. Thus, by prescribing a target RPE range, the patient will progressively (and subconsciously) achieve the highest absolute exercise intensity, while perceiving the same effort (i.e., by producing the same RPE) [54]. In this case, the absolute intensity of the exercise is greater, thus producing a new optimal stimulus that can help patients improve their physical fitness. For example, an obese and sedentary patient with a maximal aerobic power (MAP) at 80 W before starting the rehabilitation program and RPE = 16 at 60 W (i.e., at 75% MAP), could subconsciously develop a power of 75 W for the same RPE value (i.e., RPE = 16) after the rehabilitation program (if the latter helped improved the MAP by 20 W, corresponding to post-program MAP = 100 W; Fig. 6). In this case, even though the absolute power is higher by 15 W after MAP improvement, the relative power developed would remain the same (i.e., 75% MAP; Fig. 6). In fact, by prescribing a target RPE at 16 in this patient, he or she will still train at 75% MAP. Conversely, if instead of prescribing the exercise intensity based on the RPE, we use the power (e.g., 60 W), this intensity will match the initial 75% MAP, corresponding to 60% MAP when the patient's MAP will be at 100 W. In that case, the prescribed intensity will be below the initial chosen optimal stimulus (i.e., 75% MAP). To prevent this problem, it will then be necessary to frequently evaluate the MAP in order to continuously readjust the exercise intensity (so that the imposed power always matches 75% MAP). Nevertheless, if the intensity of the exercise based on absolute power requires regular adjustments of the exercise load, another solution is predicting MAP from sub-maximal GXT based on RPE (as shown in Section 1.5.1.3).

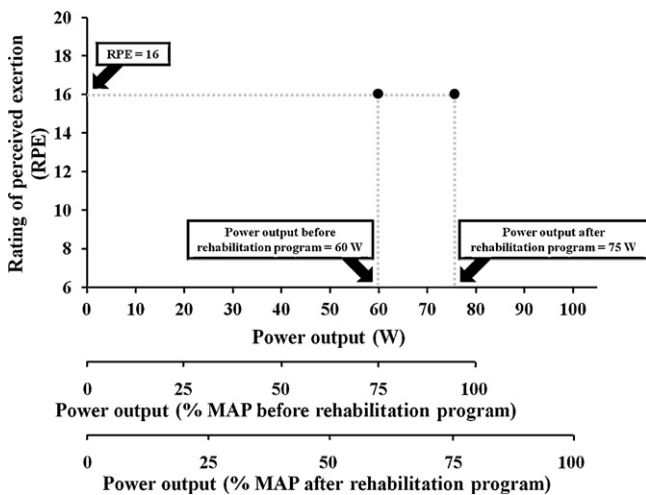


Fig. 6. Example of subconscious regulating of exercise intensity from the prescribed RPE. RPE, ratings of perceived exertion; MAP, maximal aerobic power.

1.5.2.4. Controlling the adaptations related to the rehabilitation program. RPE values measured during GXT can be used to perform inter- (Section 1.5.1.2), but also intraindividual comparisons [43]. The intraindividual comparison is commonly used in order to evaluate the impact of a rehabilitation program on physical fitness [43,54,55]. In fact, during maximal GXT, the intensity increases in a cyclic manner up to the patient's voluntary exhaustion. At each stage of the GXT, it is possible to ask the patient to give a RPE value. Afterwards, the linear regression between RPE and exercise intensity can be drawn in order to visualize, for a given intensity, the RPE quoted by the patient [52]. If this type of regression can be obtained before and after a rehabilitation program, the RPE value quoted by the patient at a given developed power can be compared between the beginning and the end of this program. In this case, if for a given power (e.g., power = 110 W), a decreased RPE is observed after the rehabilitation program (e.g., RPE = 17 before vs. 15 after the rehabilitation program; Fig. 7); the patient has improved his or her physical fitness [43,52,54,55].

1.5.2.5. Determination of a perceptual preference. According to several authors [43,55], the lack of motivation for exercising could sometimes be avoided by taking into account the patients' perceptual preference. The latter corresponds to the exercise level associated to the lowest exertion (i.e., the lowest RPE) for a given exercise intensity [55]. For example, Coquart et al. [13] confronted, in 20 obese women (ten with diabetes and ten without), the RPE obtained during the two exercise modalities: continuous exercise (exercise with a constant workload at 100% VT₁) and intermittent exercise (exercise where the intensity oscillates every 2 min between 80% and 120% VT₁) on a cycle ergometer. The authors [13] demonstrated that even though exercise duration and intensity were similar (30 minutes at 100% VT₁), patients reported lower RPE values during intermittent exercise (obese patients with diabetes: RPE = 13.7 ± 2.3 vs. 12.3 ± 2.3; obese patients

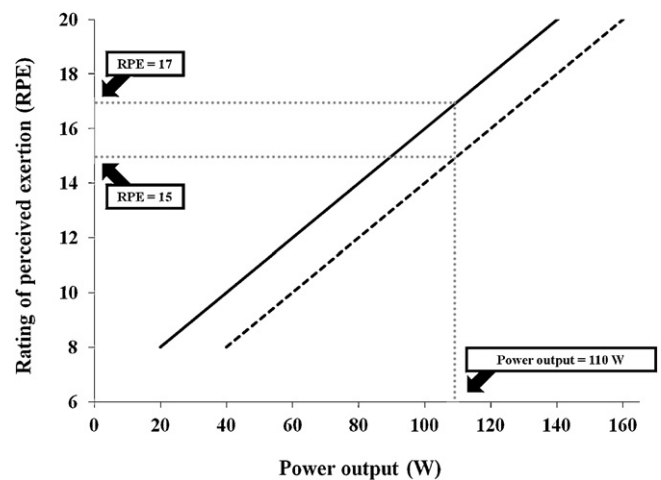


Fig. 7. Example of the effects of a rehabilitation program on the ratings of perceived exertion. Solid line: obese patient before a rehabilitation program; broken line: obese patient after a rehabilitation program.

without diabetes: RPE = 13.2 ± 1.6 vs. 11.9 ± 1.1 , respectively for continuous and intermittent exercise), suggesting that obese patients prefer intermittent exercise to continuous exercise. These authors also suggested that by prescribing to patients the type of exercise they prefer (i.e., intermittent exercise), it could increase patients' compliance to rehabilitation program [13]. However, additional studies must be conducted to validate this hypothesis. In a similar manner, these authors had already tried to determine the type of exercise (e.g., treadmill vs. cycle ergometer), best perceived by patients based on RPE values [34]. However, according to our knowledge no study has focused specifically on obese patients.

1.6. Conclusions

The Borg RPE scale [3] is a valid and reproducible tool that can be used in obese patients. However, before using it, it is essential to follow some recommendations (e.g., read the instructions, deliver information to the patient or implement perceptual anchors). Afterwards, it is possible to use the RPE scale during GXT (e.g., inter-individual comparisons of physical fitness, validation of exercise exhaustiveness or predicting $\dot{V}O_2$ peak) and/or during rehabilitation program (e.g., prescribing an individualized exercise intensity, evaluating the effects of rehabilitation program or determining a perceptual preference). The Borg RPE scale [3] is thus a useful and reliable tool in the care management of obese patients. However, additional studies are necessary before using this scale routinely in all obese patients (regardless of the severity of their obesity and associated complications).

2. Version française

2.1. Introduction

La perception de l'effort est un concept introduit à la fin des années 1950, grâce à l'utilisation de méthodes mesurant la fatigue locale ou encore l'essoufflement [5]. Elle se définit par les sentiments d'effort, de contrainte, d'inconfort et de fatigue, qu'une personne éprouve durant un exercice [41,51,55]. La perception de l'effort est utilisée dans des applications diverses, d'ordre ergonomique, pédagogique, sportif ou encore clinique [55] et pour différents objectifs. De nombreux auteurs [3,7,27,30,47,53] ont développé et validé différentes échelles permettant d'évaluer la perception de l'effort. Cependant, l'échelle de perception de l'effort : Rating scale of Perceived Exertion (RPE) reste celle qui est la plus couramment utilisée [32,38,48]. De ce fait, cette revue de littérature porte seulement sur l'échelle RPE de Borg [3]. Cette échelle est administrée dans les structures d'entraînement associatives, chez soi ainsi que dans de nombreux centres hospitaliers. Elle est utilisée lors des épreuves d'effort réalisées avant et après un programme d'entraînement chez des patients, mais aussi tout au long de ce programme, dans le but d'optimiser la prise en charge des patients. En effet, les informations apportées par l'échelle RPE permettent de prescrire et de contrôler chaque étape du programme de réadaptation à l'effort.

Par ailleurs, depuis plusieurs décennies, la France témoigne d'une augmentation régulière de la prévalence de l'obésité, bien que cette dernière semble se stabiliser [8]. En 2007, le coût total annuel de l'obésité en France était déjà estimé entre 2,1 et 6,2 milliards d'euros, soit entre 1,5 et 4,6 % de la dépense courante de santé (estimation probablement sous-estimée à l'heure actuelle puisque obtenue à partir des données de 2002) [19]. Pour diminuer la prévalence de l'obésité, et ainsi réduire les dépenses de santé, il n'est plus à démontrer que les patients obèses doivent réaliser une activité physique régulière. Cependant, la mise en place de cette dernière (dans les règles de l'art, i.e. en proposant une intensité d'exercice individualisée) n'est pas toujours simple (utilisation d'appareils technologiques plus ou moins compliqués pour fixer une intensité d'exercice adaptée : cardiofréquencemètre, système de géolocalisation par satellite...), parfois onéreux (utilisation de système d'analyse des gaz pour déterminer un pourcentage de la capacité maximale du patient), ou encore adaptée à la motivation du patient (e.g., certaines associations ou centres hospitaliers proposant probablement de la marche alors que le patient préfère perceptivement l'exercice de pédalage).

De ce fait, l'objectif de cette revue de littérature est de présenter un outil simple et non coûteux : l'échelle RPE de Borg [3] et de montrer les intérêts de son utilisation chez des patients en surpoids ou obèses (la plupart du temps sans autre comorbidité) dans le cadre de l'évaluation des capacités d'effort ou de la prescription de l'exercice.

2.2. Présentation de l'échelle RPE

La première version de l'échelle RPE a été construite dans les années 1960 par le docteur en psychologie Gunnar Borg. Depuis, cet outil a été modifié pour devenir aujourd'hui, l'échelle la plus fréquemment utilisée pour estimer la pénibilité de l'effort [32,38,48]. Cette échelle est constituée de 15 échelons, compris entre 6 et 20, associés à des informations verbales (allant de « très très léger » pour 7 à « très très dur » pour 19), permettant la description subjective de la pénibilité de l'effort (Tableau 1). Les valeurs numériques des échelons ont été choisies afin de pouvoir estimer les fréquences cardiaques (FC) d'un homme d'âge moyen, sédentaire et en bonne santé, lors d'une épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique ou sur tapis roulant ($RPE \times 10 = FC$) [4]. Ainsi, les nombres 6 et 20 ont été choisis respectivement comme valeurs minimale et maximale, car ces cotations multipliées par dix, sont censées représenter respectivement la fréquence cardiaque de repos ($FC_{repos} = 60$ bpm) et la fréquence cardiaque maximale ($FC_{max} = 200$ bpm) d'un jeune adulte sain et sédentaire [4]. L'échelle RPE a été élaborée pour permettre la mise en relation des réponses physiologiques et perceptives à différentes charges de travail [31]. Comme le rappelle Garcin [26], la perception de l'effort traduit quantitativement un processus psychophysiologique complexe, basé sur l'intégration individuelle de sensations et perceptions variées d'effort et de stress causées par le travail physique et ayant différentes valeurs subjectives. Depuis sa création, l'échelle RPE a connu un engouement croissant dans des domaines aussi variés que

Tableau 1
Échelle de perception de l'effort de Borg (1970) et ses instructions.

Comment percevez-vous l'effort effectué ?	Nous allons évaluer pendant l'expérience le coût subjectif de l'épreuve à l'aide de l'échelle de perception de l'effort (RPE) de Borg (1970)
6	
7 Très très léger	Nous voulons que vous estimiez le degré d'effort ressenti lors de l'exercice en vous demandant comment vous percevez l'exercice effectué. Il s'agit d'évaluer les sensations qui sont causées par le travail et non le travail lui-même
8	
9 Très léger	L'évaluation de l'effort se fait sur le total de toutes les sensations intérieures de stress physique et de pénibilité de l'effort plutôt que sur tout autre facteur
10	
11 Léger	Vous allez nous dire comment vous percevez l'effort effectué en répondant à l'aide d'un nombre. Vous avez à choisir dans l'échelle contenant des nombres de 6 à 20 (6 correspond au minimum : pas d'effort du tout ; 20 correspond au maximum : effort maximal : je m'arrête)
12	
13 Ni léger ni dur	Utilisez les nombres de telle façon que le rang entre eux corresponde au rang entre les différentes sensations perçues. N'hésitez pas à utiliser des cotations intermédiaires si les sensations perçues sont intermédiaires des expressions verbales indiquées
14	
15 Dur	Essayez de faire cette estimation aussi objective que possible ; ne sous-estimez ne ni surestimez pas le degré d'effort perçu. Gardez à l'esprit qu'il n'y a ni de mauvais ni de bon nombre et utilisez celui qui vous semble le plus approprié
16	
17 Très dur	
18	
19 Très très dur	
20	

l'entraînement sportif, l'ergonomie ou la réadaptation à l'effort [5]. Cette échelle a été traduite et validée dans plusieurs langues [36,62] dont le français (Tableau 1) [56]. Ainsi, dans les pays francophones, pour estimer la perception de l'effort, il suffit de poser la question suivante : « comment percevez-vous l'effort effectué ? » [56]. Pour répondre, le patient doit utiliser les cotations de l'échelle RPE. Par exemple, si le patient perçoit l'effort comme « très léger », il cotera 9 sur l'échelle, tandis que s'il le ressent comme « dur », il pointera le nombre 15. De plus, s'il perçoit l'effort entre « très léger » (i.e., RPE = 9) et « léger » (i.e., RPE = 11), le patient pourra coter une valeur intermédiaire sur l'échelle, laquelle n'a pas de description verbale (i.e., RPE = 10 ; Tableau 1).

2.3. Qualités psychométriques de l'échelle RPE

2.3.1. Validité de l'échelle RPE

La validité de l'échelle RPE a été montrée par de nombreuses études lors de la marche [45,66], la course à pied [21,45], le pédalage sur bicyclette ergométrique [35,63] ou encore la nage [62], et ce, chez des enfants et adolescents [35,45], des sujets sains [21,62], des sportifs [63] et des personnes âgées [66]. Cependant, l'une des premières études qui a testé la validité de l'échelle RPE a été réalisée chez une toute autre population : des patients obèses [57]. Dans cette étude, huit jeunes étudiants non obèses et huit étudiants obèses ont réalisé dans un ordre aléatoire deux exercices sur bicyclette ergométrique : une épreuve d'effort classique et un test discontinu à charges randomisées (i.e., un test où les charges de travail étaient présentées dans un ordre aléatoire et entrecoupées par une période de récupération passive de huit minutes). Durant ces deux exercices, et lors de chaque charge de travail, les expérimentateurs relevaient diverses variables physiologiques (e.g., la ventilation, la fréquence respiratoire, la consommation d'oxygène et la FC) et la RPE des sujets. Ensuite, les variables physiologiques et les RPE obtenues à chaque charge de travail durant l'épreuve d'effort classique étaient comparées aux variables physiologiques et aux RPE relevées aux mêmes charges de travail mais lors du test

discontinu à charges randomisées. Les résultats ne montraient aucune différence significative entre ces valeurs ($p > 0,05$). De plus, des corrélations modérées à élevées entre ces valeurs étaient trouvées ($r = 0,60$ à $0,98$; $p < 0,05$). Plus spécifiquement, Skinner et al. [57] ont rapporté que les RPE n'étaient pas significativement différentes ($p > 0,05$) entre les deux tests, et qu'il existait une corrélation significative entre les RPE des deux tests ($r = 0,79$; $p < 0,05$). En se basant sur ces résultats, ces auteurs ont donc conclu que : « leurs sujets étaient capable de percevoir de petites différences d'intensité d'exercice sur bicyclette ergométrique ». L'échelle RPE semble donc valide pour la population générale comme pour les étudiants obèses. Toutefois, il est bon de garder à l'esprit que cette étude porte sur un faible effectif (i.e., huit sujets non obèses et huit sujets obèses) et que les auteurs concluent que, selon eux, l'échelle RPE est sensible, sans pour autant donner d'informations statistiques sur cette sensibilité.

2.3.2. Reproductibilité de l'échelle RPE

Selon Atkinson et Nevill [1], la reproductibilité peut se définir comme la quantité acceptable d'erreur pour pouvoir utiliser efficacement un outil. Elle peut être établie quand deux expériences réalisées dans des conditions similaires (i.e., test-retest) permettent de constater des scores identiques ou très proches. Skinner et al. [57] sont les premiers expérimentateurs à avoir examiné la reproductibilité de l'échelle RPE chez des patients obèses. Dans leur expérimentation, les auteurs ont étudié les corrélations entre les RPE relevées lors de test-retest. Les résultats montraient que les RPE étaient significativement corrélées lors d'épreuves d'effort classiques ($r = 0,80$; $p < 0,05$), et lors de tests discontinus à charges randomisées ($r = 0,78$; $p < 0,05$). De plus, ces auteurs ont montré que ces corrélations étaient meilleures que celles obtenues par certaines variables physiologiques (i.e., la fréquence respiratoire et le volume courant). Par ailleurs et comme dans cette étude, lors de tests similaires, des corrélations significatives étaient obtenues entre les RPE, il peut ainsi être suggéré que l'échelle RPE de Borg [3] est un outil reproductible chez des patients obèses. Depuis, plusieurs études ont confirmé la reproductibilité de

l'échelle RPE lors d'exercices variés et pour diverses populations [12,28,35,57,60].

2.4. Recommandations avant l'utilisation de l'échelle RPE

2.4.1. Définition, explications et instructions

L'expérimentateur doit au préalable bien expliquer au patient que l'échelle RPE qui est utilisée évalue la pénibilité de l'effort et non pas l'intensité de l'exercice ou la difficulté de la tâche. Il est recommandé que les patients écoutent puis lisent avant chaque exercice les instructions concernant l'échelle (Tableau 1) [50]. Ensuite, il est nécessaire de s'assurer que le patient ait bien compris comment utiliser l'échelle pour donner des valeurs de RPE, notamment le fait qu'il doit s'évaluer sur un « continuum » entre une valeur minimum égale à RPE = 6 (qui correspond au repos) et une valeur maximum égale à RPE = 20. Pour cela, les questions suivantes peuvent être posées [50] :

- en réponse à la question posée sur l'échelle, quelle cotation donneriez-vous à cet instant (au repos) ? Merci de donner un nombre sur l'échelle ;
- comment percevez-vous l'effort effectué quand vous réalisez votre activité de loisir favorite ? Merci de donner un nombre sur l'échelle ;
- comment perceviez-vous l'effort effectué quand vous réalisiez l'exercice le plus épuisant que vous vous rappelez avoir fait ? Merci de donner un nombre sur l'échelle.

2.4.2. Ancrages perceptifs

Lorsqu'une échelle perceptive est utilisée pour la première fois, il est utile d'établir des points d'ancrage [50]. Ces derniers déterminent l'intensité des signaux perçus aux échelons extrêmes de l'échelle. Ces points d'ancrage servent de points de référence au patient et permettent d'utiliser la gamme complète des nombres de l'échelle pour estimer son ressenti. Principalement, deux méthodes sont utilisées pour mettre en place des points d'ancrage : la « procédure d'ancrage par l'exercice » et la « procédure d'ancrage par la mémoire » [50].

2.4.2.1. Procédure d'ancrage par l'exercice. Dans le cas d'une « procédure d'ancrage par l'exercice » [50], le sujet réalise un exercice de courte durée (i.e., une à deux minutes) à très faible intensité, en utilisant si possible la même modalité d'exercice que celle qui sera réalisée par la suite. Il est rappelé à la fin de cette courte période d'exercice que l'effort doit être associé à une des plus faibles valeurs perceptives figurant sur l'échelle. Ensuite, le sujet doit effectuer un court effort maximal, dans le même mode d'exercice, jusqu'à l'épuisement. Quand le sujet atteint l'épuisement, il lui est précisé que cet effort doit correspondre à l'une des valeurs perceptives les plus élevées. Sur le terrain, cette procédure est difficilement utilisable dans des populations pathologiques, car cette procédure nécessite un effort maximal (lequel engendre un éventuel risque cardiovasculaire non négligeable), et est plutôt chronophage. Dans ce cas, une procédure d'ancrage par la mémoire peut être proposée.

2.4.2.2. Procédure d'ancrage par la mémoire. Lorsqu'une « procédure d'ancrage par la mémoire » est utilisée [50], le patient doit se remémorer un moment où il a ressenti le niveau d'effort correspondant aux descriptions verbales les moins pénibles (point d'ancrage minimum : RPE = 6–7), et les plus pénibles (point d'ancrage maximum : RPE = 19–20) de l'échelle. Ensuite, durant l'exercice, le patient doit estimer les RPE en comparant ses perceptions actuelles au souvenir de ces points d'ancrage minimum et maximum.

2.4.2.3. Procédure d'ancrage par l'exercice et la mémoire.

Bien que la « procédure d'ancrage par la mémoire » et la « procédure d'ancrage par l'exercice » soient souvent utilisées séparément, celles-ci peuvent être combinées [50]. Dans ce cas, le sujet procède d'abord à une procédure d'ancrage par l'exercice (e.g., lors de son épreuve d'effort avant de commencer le programme de réadaptation à l'effort). Ensuite, l'ancrage par la mémoire est utilisé (ponctuellement) pour renforcer les ancrages perceptifs (e.g., au début de certaines séances de réadaptation à l'effort).

2.5. Intérêts de la mesure de la RPE

Les RPE sont souvent mesurées en association à des données physiologiques durant les épreuves d'effort [54]. La mesure des RPE durant ce type de test est peu coûteuse, non invasive et ne requiert aucun instrument complexe [43]. De plus, elle offre les avantages d'être généralisable à différents exercices (e.g., lors de la marche et sur bicyclette ergométrique), applicable en divers lieux (e.g., dans les structures d'entraînement associatives, chez soi et à l'hôpital), valide, reproductible et facile d'utilisation [43]. C'est probablement pour ces multiples raisons que la RPE est de plus en plus fréquemment employée lors des épreuves d'effort.

2.5.1. Mesure de la RPE lors d'une épreuve d'effort

2.5.1.1. État d'avancement, arrêt en toute sécurité et maximalité d'une épreuve d'effort. Selon plusieurs auteurs [43,52,55], l'utilisation des RPE pour évaluer l'état d'avancement d'une épreuve d'effort est probablement, dans le cadre clinique, l'une des premières applications. En effet, durant une épreuve d'effort, la RPE à un moment donné renseigne sur l'état d'avancement de l'épreuve d'effort (i.e., ce que le patient peut encore réaliser avant l'arrêt de l'épreuve d'effort). Par exemple, lors d'une épreuve d'effort et pour une même charge de travail absolue, un patient cotant RPE = 17 (soit un effort perçu comme « très dur ») est plus proche de l'épuisement, qu'un autre évaluant son effort comme « dur » (i.e., RPE = 15). De ce fait, la RPE semble être une mesure complémentaire précieuse dans l'appréciation de l'avancement d'une épreuve d'effort [43].

De manière similaire, il a été rapporté qu'une RPE comprise entre 15 et 17, lors d'une épreuve d'effort chez des patients cardiaques, implique souvent un arrêt de l'épreuve d'effort lors du palier suivant [43,55]. De ce fait, lorsqu'une telle cotation est fournie, le médecin (présent lors de l'épreuve d'effort) peut anticiper et mieux préparer la fin de l'épreuve d'effort [43]. Par

exemple, dans notre centre hospitalier, pour attester de la maximalité musculaire de l'épreuve d'effort à partir de la lactatémie pic, nous commençons à préparer l'analyseur de lactatémie capillaire portatif lorsqu'un patient obèse et cardiaque donne une RPE supérieure ou égale à 15.

Par ailleurs, la mesure de la RPE durant une épreuve d'effort peut aussi aider à la décision d'interrompre l'épreuve d'effort en toute sécurité [6]. Pour les patients obèses, il est suggéré d'interrompre l'épreuve d'effort lorsqu'une RPE supérieure ou égale à 15 est atteinte [6]. En effet, en dessous d'un effort considéré comme « dur » (i.e., RPE = 15), le risque de développer une complication cardiovasculaire chez le patient obèse reste faible.

D'un autre côté, quand une RPE maximale ou presque maximale est recueillie, cette valeur permet de confirmer l'exhaustivité de l'épreuve d'effort [43,52,55]. En effet, les critères physiologiques utilisés traditionnellement pour garantir la maximalité d'un effort physique (e.g., un quotient respiratoire élevé, ou encore une FC proche de la FCmax théorique) ne sont pas toujours suffisamment sensibles pour confirmer l'épuisement, alors que la valeur maximale de RPE coïncide avec le point final de l'exercice [43]. De ce fait, il est conseillé de relever, en supplément des critères de maximalité physiologiques, la RPE fournie juste avant l'arrêt de l'exercice, car si cette RPE est proche ou égale à la valeur maximale (i.e., RPE = 20), cette valeur permet d'affirmer que le patient arrête l'exercice à cause de l'épuisement [52].

En plus de la prise en compte d'une valeur unique de RPE (e.g., RPE = 15 pour arrêter l'exercice en toute sécurité chez le patient ou RPE = 20 pour confirmer la maximalité d'une épreuve d'effort), il semblerait que la pente des RPE entre deux paliers, puisse être utilisée pour estimer la vitesse de progression vers l'arrêt de l'épreuve d'effort [43]. Cela signifie que, si deux patients fournissent la même RPE (e.g., RPE = 15) à un même palier (e.g., à une puissance de 50 W sur ergocycle ; Fig. 1), celui qui a la pente des RPE la plus élevée (e.g., Patient B : deux cotations pour 10 W ; Fig. 1) est plus proche de

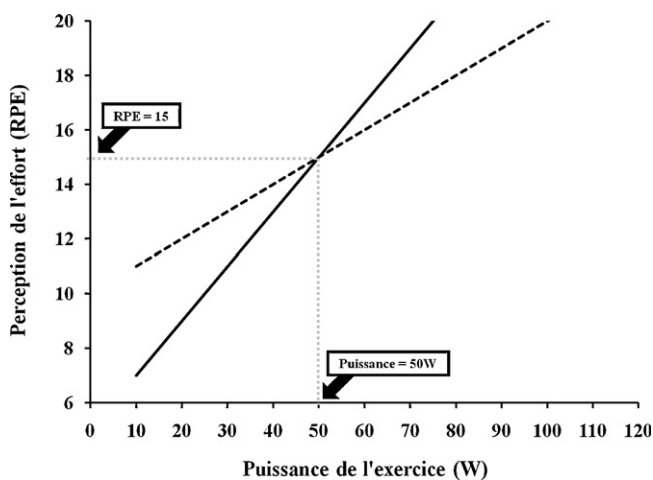


Fig. 1. Exemple de comparaison du niveau d'avancement lors d'une épreuve d'effort sur ergocycle chez deux patients obèses. Droite en pointillés : patient A (patient obèse ré-entraîné) ; droite en trait plein : patient B (patient obèse sédentaire).

l'épuisement que celui qui a une pente de RPE plus faible (e.g., Patient A : une cotation pour 10 W ; Fig. 1).

Les épreuves d'effort sont fréquemment réalisées auprès des patients consommant des médicaments à tropisme cardiovasculaire [55]. L'action pharmacologique de ces derniers peut altérer les réponses hémodynamiques telle que la FC [55]. Ainsi, l'intérêt de la mesure de la RPE, plutôt que l'utilisation de la FC pour évaluer l'avancement d'une épreuve d'effort est lié au fait que la FC est modifiée par certains médicaments. En effet, pour une même charge de travail (e.g., à une puissance de 70 W), la consommation de bêtabloquants, comme le propranolol, diminue la FC (e.g., 180 versus 170 bpm chez un même patient ne prenant pas de bêtabloquant et sous-bêtabloquant, respectivement ; Fig. 2), alors que la RPE n'est pas affectée par cette substance pharmacologique (e.g., RPE = 17 pour ce même patient dans les deux conditions : A et B, i.e., sans consommer de bêtabloquant et sous-bêtabloquant, respectivement ; Fig. 2) [43]. En conséquence, il semblerait que la RPE fournisse une mesure plus sensible, sous certaines conditions, de l'état d'avancement d'une épreuve d'effort que la FC.

2.5.1.2. Comparaison des capacités physiques. Selon Noble et Robertson [43], la RPE, au même titre que la FC, peut être utilisée lors d'une épreuve d'effort, pour comparer la capacité physique de deux patients. Il suffit lors d'une épreuve d'effort de relever les RPE à chaque palier (Fig. 3) [43,52]. Ensuite, pour une même RPE (e.g., RPE = 15), le patient qui a maintenu la plus grande charge de travail (Patient A \approx 70 W contre Patient B \approx 50 W) est celui qui a la meilleure capacité physique (Patient A ; Fig. 3). Parallèlement, pour une même charge de travail donnée (e.g., puissance = 70 W), le patient rapportant la plus faible RPE (Patient A \approx 15 soit « dur » contre Patient B \approx 17 soit « très dur ») sera celui qui aura la meilleure condition physique (Patient A ; Fig. 3).

Précédemment, Hulens et al. [33] ont confirmé que les RPE peuvent être utilisées pour comparer le niveau de condition physique de patientes obèses lors de la marche. En effet, après avoir formé trois groupes de patientes (groupe de femmes non obèses, indice de masse corporelle : $IMC \leq 26 \text{ kg/m}^2$; groupe de femmes en surpoids ou avec une obésité modérée, IMC entre 27,5 et 34,9 kg/m^2 ; groupe de femmes avec une obésité sévère ou morbide, $IMC \geq 35 \text{ kg/m}^2$), les auteurs ont réussi à montrer que les patientes obèses (avec ou sans obésité sévère ou morbide) avaient des RPE plus élevées et une distance parcourue plus faible lors d'un test de marche de six minutes. Comme la distance parcourue lors d'un test de marche de six minutes est utilisée pour évaluer la condition physique des patients obèses [33], il est possible de dire que les femmes obèses ont une plus faible condition physique que les femmes non obèses, et que ces femmes obèses doivent percevoir théoriquement une même intensité d'exercice absolue (et sous-maximale) comme plus pénible. Par conséquent, la RPE peut être utilisée pour comparer la condition physique de patients obèses.

2.5.1.3. Prédiction de la capacité maximale d'exercice. Un des autres intérêts de la mesure de la RPE lors d'une épreuve

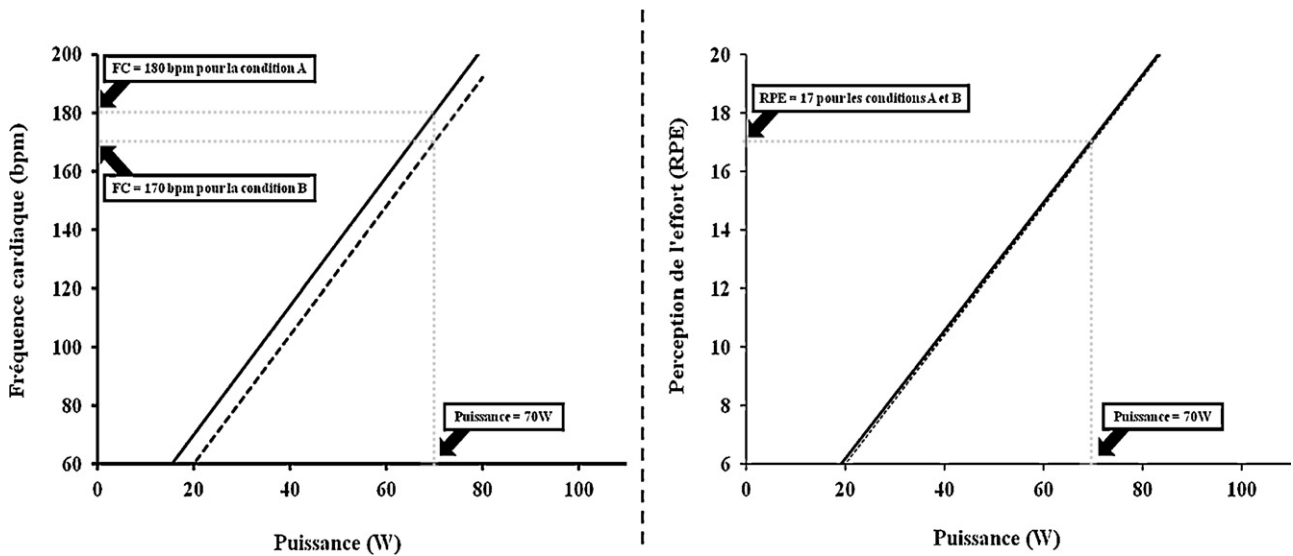


Fig. 2. Effet de la consommation d'un bêta-bloquant sur la fréquence cardiaque (FC, panneau de gauche) et la perception de l'effort (RPE, panneau de droite) chez un patient obèse au cours d'une épreuve d'effort sur ergocycle. Droite en trait plein : condition A (patient obèse ne prenant pas de bêta-bloquant) ; droite en pointillés : condition B (patient obèse prenant un bêta-bloquant).

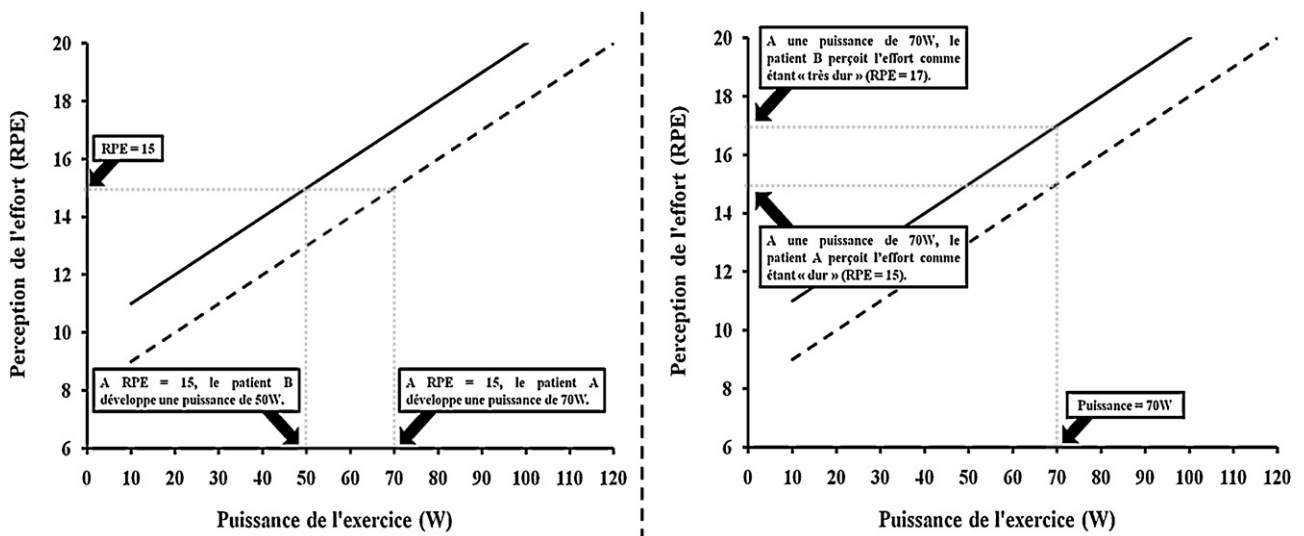


Fig. 3. Exemple de comparaison de la condition physique de deux patients obèses par la perception de l'effort obtenue sur l'échelle RPE lors d'une épreuve d'effort sur ergocycle (panneau de gauche : à partir d'une même perception de l'effort ; panneau de droite : à partir d'une même puissance absolue). Droite en pointillés : patient A (patient obèse réentraîné) ; droite en trait plein : patient B (patient obèse sédentaire).

d'effort sous-maximale, repose sur la prédiction de la capacité maximale d'exercice. En effet, le fait qu'il existe une relation linéaire entre la RPE et certaines variables comme la FC, la consommation d'oxygène ($\dot{V}O_2$), ou encore la puissance développée, permet d'extrapoler la relation entre ces valeurs pour fixer le point final de l'exercice, qui coïncide avec les réponses maximales [43]. C'est ainsi qu'il a été montré que les consommations pics d'oxygène ($\dot{V}O_{2pic}$) peuvent être prédites chez des sujets sains [11,16,20,22–25]. Récemment, Coquart et al. [9] ont montré que la relation linéaire entre les RPE et la $\dot{V}O_2$ lors d'une épreuve d'effort sous-maximale pouvait aussi être utilisée pour estimer la $\dot{V}O_{2pic}$ des patients obèses. Les auteurs proposent de mettre en relation sur un graphique les

RPE et les $\dot{V}O_2$ relevées à chaque palier lors d'une épreuve d'effort sous-maximale (Fig. 4). Ensuite, il suffit de tracer la droite qui passe au plus près de ces points. Une fois cette droite tracée, une droite horizontale passant par la valeur de RPE maximale (RPE = 20) doit être représentée (Fig. 4). Enfin, au point d'intersection entre la droite horizontale passant par la valeur de RPE maximale (i.e., RPE = 20) et le prolongement de la droite de régression (mettant en relation les RPE et les $\dot{V}O_2$), une droite verticale doit être projetée sur l'axe des abscisses afin de prédire la $\dot{V}O_{2pic}$ (Fig. 4). Cependant, l'étude de Coquart et al. [9] doit être confirmée car elle s'applique seulement à des femmes avec un degré d'obésité élevée (IMC = $39,6 \pm 6,1$ kg/m²).

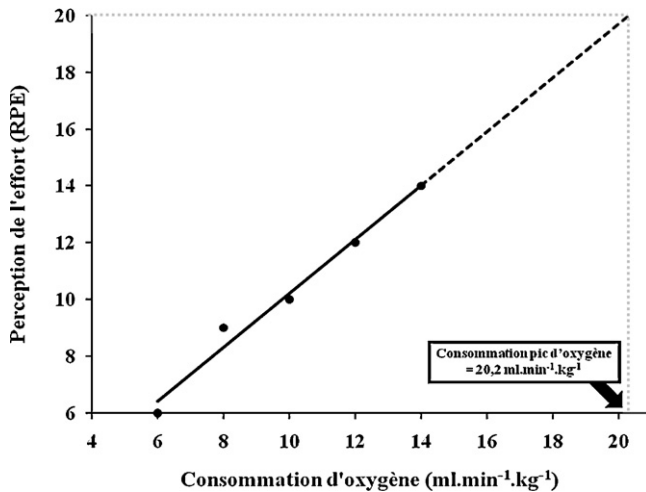


Fig. 4. Exemple de prédiction de la consommation maximale d'oxygène à partir des perceptions de l'effort relevées chez un patient obèse au cours d'une épreuve d'effort sous-maximale sur ergocycle.

En théorie, comme la relation entre les RPE et d'autres indicateurs de la charge de travail (comme la puissance ou la vitesse) est aussi linéaire, il semble alors possible de prédire plusieurs indicateurs de la capacité maximale d'exercice (comme la puissance ou la vitesse maximale aérobie), en procédant de façon analogue à l'utilisation de la relation entre les RPE et les $\dot{V}O_2$.

D'un autre côté, comme la mesure des échanges gazeux n'est pas toujours possible, du fait de la disponibilité et du coût des appareils de mesure, certains auteurs [10,44] ont proposé d'utiliser des équations pour prédire la $\dot{V}O_{2pic}$. Pour cela, Coquart et al. [10] ont recruté 30 femmes obèses, auxquelles ils ont fait réaliser une épreuve d'effort maximale. Lors de cet exercice exhaustif, les auteurs ont relevé plusieurs variables, dont la puissance développée à $RPE = 15$ (i.e., $P_{RPE=15}$, la puissance développée à un effort considéré comme « dur »). De plus, les auteurs ont relevé plusieurs variables anthropométriques. Ensuite, Coquart et al. [14] ont réalisé une analyse de régression multiple incluant la $P_{RPE=15}$, la masse corporelle, l'IMC, l'âge. Les résultats de cette analyse de régression multiple montrent qu'il est possible de prédire la $\dot{V}O_{2pic}$ à partir de l'âge et de la $P_{RPE=15}$ chez des patientes obèses. Pour estimer la $\dot{V}O_{2pic}$, ces auteurs ont ainsi proposé l'équation suivante :

$\dot{V}O_{2pic}$ (L/min)

$$= 1,355 - 9,920e^{-3} \times \text{âge} + 8,497e^{-3} \times P_{RPE=15}$$

Dans leur étude, le modèle incluant l'âge et la $P_{RPE=15}$ (déterminée lors d'une épreuve d'effort sous-maximale arrêtée à $RPE = 15$) expliquait plus de 80 % de la $\dot{V}O_{2pic}$ et rapportait une faible erreur standard (i.e., environ 10 %).

Par conséquent, que ce soit en utilisant la relation linéaire entre les RPE et les $\dot{V}O_2$ ou l'équation basée sur l'âge et la $P_{RPE=15}$, il est possible d'estimer la $\dot{V}O_{2pic}$ des patients obèses. Selon Coquart et al. [9], l'intérêt de ce type de prédiction chez des patients obèses résiderait dans le fait que

ces patients (souvent à haut risque cardiovasculaire) éviteraient les charges de travail élevées lors de l'épreuve d'effort maximale, et réduirait ainsi le risque de développer une complication cardiovasculaire. Toutefois, il est bon de rappeler qu'une épreuve d'effort maximale est recommandée chez les patients obèses avant la réalisation d'un programme de réadaptation à l'effort (entre autres afin de déceler toute contre-indication à l'effort). La prédiction de $\dot{V}O_{2pic}$ à partir des valeurs de RPE a donc un intérêt avant tout pour prescrire une intensité d'exercice particulière (e.g., basée sur un pourcentage du seuil d'adaptation ventilatoire selon la méthode de Beaver et al. [2]), réajuster la charge de travail durant un programme de réadaptation à l'effort (e.g., tous les mois) et/ou évaluer l'effet du réentraînement à l'effort sur la $\dot{V}O_{2pic}$ à la fin du programme (pour motiver les patients à poursuivre chez eux une activité physique régulière).

Dans le futur, des études basées sur la prédiction de la $\dot{V}O_{2pic}$ chez des patients obèses à partir des valeurs de RPE relevées lors d'exercices rectangulaires sous-maximaux (tel qu'un test de marche ou sur stepper de six minutes) et d'autres variables pourraient voir le jour.

2.5.2. Mesure de la RPE lors d'un programme de réadaptation à l'effort

2.5.2.1. Prescription personnalisée d'une intensité d'exercice

Lors d'un programme de réadaptation à l'effort, la prescription d'une intensité d'exercice personnalisée peut être basée sur l'utilisation indépendante ou conjointe des données physiologiques et perceptives (relevées lors d'une épreuve d'effort), puisque ces données sont étroitement liées [42,55]. Parmi les données physiologiques utilisées pour prescrire une intensité d'exercice personnalisée chez des patients obèses ou en surpoids, la FC (exprimée en pourcentage de FC_{max} ou de FC de réserve) est souvent retrouvée [15,46,59]. Cependant, comme nous avons pu le voir précédemment, la FC est sujette à variation sous la consommation de certains médicaments (e.g., les bêtabloquants ; Section 2.5.1.1). Il est donc préférable chez le patient obèse traité par l'un de ces médicaments d'utiliser un autre moyen de prescription de l'intensité de l'exercice. Une alternative possible serait l'utilisation d'une zone cible de RPE. En effet, Tabet et al. [61] ont montré que chez le patient coronaire sous bêtabloquant, l'utilisation d'une RPE cible (ou d'une puissance) est plus efficace que la prescription d'une fréquence cardiaque pour atteindre l'intensité correspondant au SV1.

Cependant, cela nécessite de réaliser préalablement deux étapes distinctes : l'« estimation » et la « production » [40,49].

2.5.2.1.1. Phase d'estimation. Durant la phase d'estimation, le patient réalise une épreuve d'effort exhaustive. Lors de cette dernière, les RPE et les $\dot{V}O_2$ sont enregistrées à la fin de chaque palier et la $\dot{V}O_{2pic}$ est mesurée (e.g., $\dot{V}O_{2pic} = 20$ mL/min/kg ; Fig. 5). Ensuite, la $\dot{V}O_2$ de chaque palier est exprimée en valeur relative (e.g., en pourcentage $\dot{V}O_{2pic}$; Fig. 5). Puis, un graphique mettant en relation les RPE et les $\dot{V}O_2$ relatives est tracé (Fig. 5). À partir de ce graphique, il est ensuite possible d'estimer l'effort perçu pour une zone d'intensité cible [42,54,55]. Par exemple, la Fig. 5 montre que, pour une

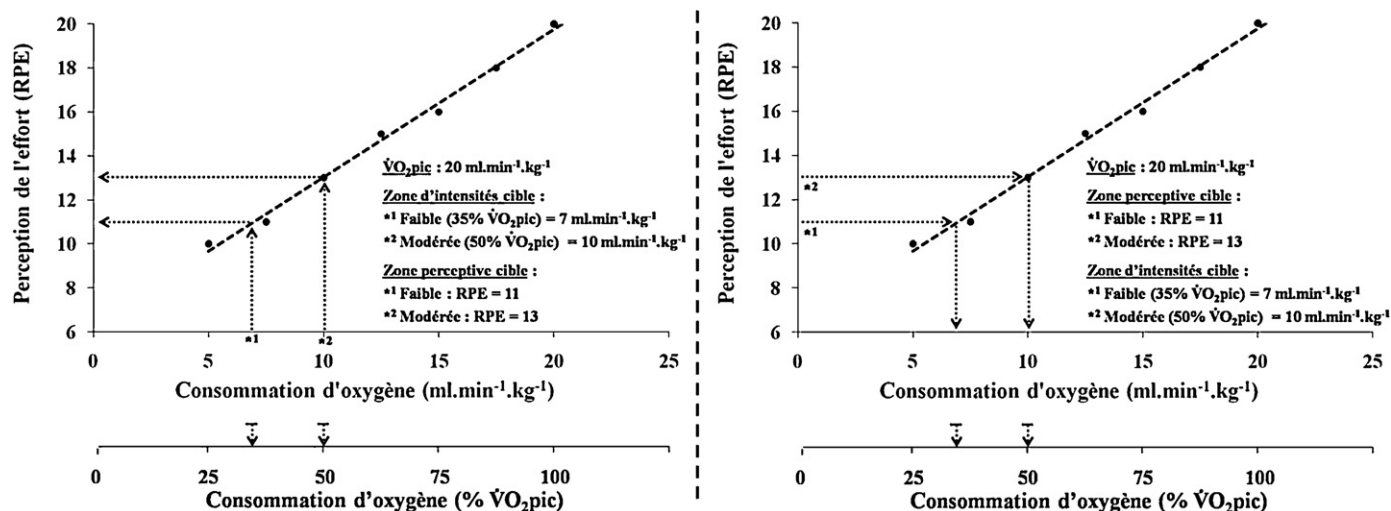


Fig. 5. Exemple d'une prescription d'intensité d'exercice personnalisée : phases d'estimation (panneau de gauche) et de production (panneau de droite). $\dot{V}O_{2pic}$, consommation pic d'oxygène ; RPE, perception de l'effort.

intensité comprise entre 35 et 50 % de la $\dot{V}O_{2pic}$, l'effort perçu par un patient était compris entre RPE = 11 (i.e., un effort perçu comme « léger ») et RPE = 13 (i.e., un effort perçu comme « ni léger, ni dur »).

2.5.2.1.2. Phase de production. Lors de la phase de production, la zone cible de RPE (e.g., effort perçu entre RPE = 11 et RPE = 13) correspondant à la zone d'intensités cibles (e.g., entre 35 et 50 % de la $\dot{V}O_{2pic}$) est utilisée afin que le patient produise le stimulus physiologique requis (Fig. 5) [40,42,54,55]. En d'autres termes, en demandant au patient de produire un effort avec un RPE entre 11 et 13, le patient va développer une intensité d'exercice nécessitant une consommation d'oxygène comprise entre 35 et 50 % de la $\dot{V}O_{2pic}$ (Fig. 5). La régulation de l'intensité de l'exercice par une zone cible de RPE est considérée comme valide lorsque la $\dot{V}O_2$ correspondant à la zone cible de RPE durant la phase d'estimation n'est pas significativement différente de la $\dot{V}O_2$ enregistrée lors de la phase de production [55]. De nombreuses études ont déjà attesté la validité prescriptive de l'échelle RPE pour une large gamme d'intensités, de modalités d'exercices et pour différentes populations [18,21,37,58,64]. L'une de ces études a été réalisée chez des enfants en surpoids âgés de neuf à 15 ans [64]. Dans cette étude, quatre intensités d'exercice (i.e., RPE = 7, 10, 13 et 16) étaient testées lors de deux modalités d'exercice (i.e., pédalage et marche/course à pied). Les résultats révélaient que les enfants en surpoids étaient capables de réguler précisément l'intensité de l'exercice sur bicyclette ergométrique. Cependant, les intensités étaient surestimées lors de la marche/course à pied. La seule étude qui, à notre connaissance, se soit intéressée à la prescription de l'exercice à l'aide de la RPE chez des adultes obèses est celle de Gondoni et al. [29]. Cependant, ces auteurs ont montré que l'utilisation de la RPE pouvait conduire à une surestimation de l'intensité de l'exercice de 20 %. En conséquence, bien que l'échelle RPE semble un outil valide pour la prescription d'une intensité d'exercice dans la population générale [18,21,37,58], des travaux complémentaires doivent encore être réalisés avant de

pouvoir utiliser la RPE dans n'importe quelle activité chez le sujet obèse ou en surpoids.

2.5.2.2. Prescription de l'intensité d'exercice correspondant au seuil ventilatoire. Le seuil d'adaptation ventilatoire (ou premier seuil ventilatoire [SV1]) est un marqueur physiologique correspondant à la transition entre un métabolisme aérobie et un métabolisme mixte aéroanaérobie [65]. Chez l'enfant et l'adulte obèse, pour avoir des bénéfices cardiocirculatoire et respiratoire, l'intensité de l'exercice doit se situer au minimum aux alentours du SV1 [17]. Pour prescrire l'intensité d'exercice au SV1, il est possible d'utiliser une zone cible de RPE [42]. En effet, chez le patient obèse (avec ou sans hypertension artérielle), il a été montré que le SV1 se situe au environ de RPE = 12, soit approximativement 60 % de la FCmax, et 30 % de la FC de réserve [39]. La prescription d'une telle intensité d'exercice pendant une durée d'un an semble efficace pour lutter contre l'obésité et l'hypertension artérielle [39]. De même, les exercices intermittents semblent bénéfiques chez les patients obèses (avec ou sans diabète de type 2) [13,14].

2.5.2.3. Adaptation inconsciente de l'intensité de l'exercice.

La pratique régulière d'une activité physique améliore la condition physique. De ce fait, en prescrivant une zone cible de RPE, le patient réalisera une intensité d'exercice absolue progressivement (et inconsciemment) plus élevée, tout en percevant le même effort (i.e., en produisant la même RPE) [54]. Dans ce cas, l'intensité absolue de l'exercice est plus grande, ce qui produit un nouveau stimulus optimal qui permet au patient d'améliorer encore sa condition physique. Par exemple, un patient obèse et sédentaire qui aurait une PMA de 80 W avant la réalisation d'un programme de réadaptation à l'effort, et qui coterait RPE = 16 à 60 W (i.e., à 75 % PMA), pourrait développer inconsciemment une puissance de 75 W pour la même valeur de RPE (i.e., RPE = 16) après le programme de réadaptation à l'effort (si le programme de réadaptation à l'effort lui a permis d'améliorer sa PMA de 20 W, ce qui correspond à

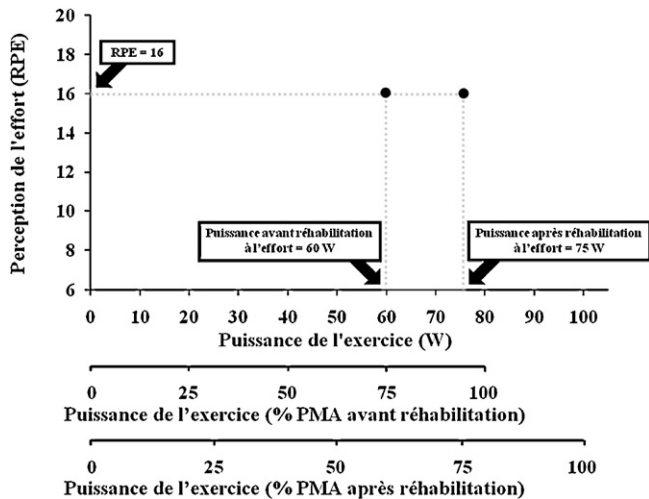


Fig. 6. Exemple d'adaptation inconsciente de l'intensité d'exercice lors d'une prescription basée sur la perception de l'effort. RPE, ratings of perceived exertion ; PMA, puissance maximale aérobie.

une PMA après le programme de réadaptation à l'effort = 100 W ; Fig. 6). Dans ce cas, bien que l'intensité absolue soit plus élevée de 15 W après l'amélioration de sa PMA, la puissance relative développée restera la même (i.e., 75 % PMA ; Fig. 6). De ce fait, en prescrivant RPE = 16 chez ce patient, ce dernier s'entraînera toujours à 75 % PMA. En revanche, si au lieu de prescrire l'intensité de l'exercice à l'aide de la RPE, nous utilisons une puissance (e.g., 60 W), cette intensité correspondra bien initialement à 75 % PMA, mais à 60 % PMA quand la PMA du patient sera de 100 W. Dans ce cas, l'intensité prescrite sera en dessous du stimulus optimal initialement choisi (i.e., 75 % PMA). Pour pallier à ce problème, il sera alors nécessaire d'évaluer fréquemment la PMA afin de réajuster perpétuellement l'intensité de l'exercice (pour que la puissance imposée corresponde toujours à 75 % PMA). Toutefois, une autre solution, si l'intensité de l'exercice est prescrite au moyen d'une puissance absolue et qu'il est nécessaire de réajuster régulièrement la charge d'entraînement, est de prédire la PMA à partir d'un test sous-maximal à l'aide des RPE (comme cela est montré dans la partie 5.1.3.).

2.5.2.4. Contrôle des adaptations liées au programme de réadaptation à l'effort. Les RPE mesurées lors d'une épreuve d'effort peuvent être utilisées pour réaliser des comparaisons inter- (Section 2.5.1.2), mais aussi intra-individuelles [43]. La comparaison intra-individuelle est habituellement employée afin d'évaluer les effets d'un programme de réadaptation à l'effort sur la condition physique [43,54,55]. En effet, durant une épreuve d'effort maximale, l'intensité augmente de façon cyclique jusqu'à l'épuisement volontaire du patient. Durant chaque palier de l'épreuve d'effort, il est alors possible de demander au patient une valeur de RPE. Ensuite, la régression linéaire entre les RPE et l'intensité de l'exercice peut être tracée afin de visualiser pour une intensité donnée, la RPE cotée par le patient [52]. Si ce type de régression peut être obtenu avant et après un programme de réadaptation à l'effort, la valeur de RPE fournie par le patient à une intensité développée donnée peut

être comparée entre le début et la fin de ce programme. Dans ce cas, si pour une même puissance (e.g., 110 W), une diminution de RPE est constatée après le programme de réadaptation à l'effort (e.g., RPE = 17 versus 15 avant et après un programme de réadaptation à l'effort, respectivement ; Fig. 7) ; le patient a amélioré sa condition physique [43,52,54,55].

2.5.2.5. Détermination d'une préférence perceptive. Selon plusieurs auteurs [43,55], le manque de motivation pour l'activité physique pourrait parfois être évité en prenant en compte la préférence perceptive des patients. Cette dernière correspond à la condition d'exercice qui est associée à la plus faible pénibilité de l'effort (i.e., à la plus faible RPE) pour une même intensité d'exercice [55]. Par exemple, Coquart et al. [13] ont confronté, chez 20 femmes obèses (dix femmes avec et dix femmes sans diabète), les RPE obtenues lors de deux modalités d'exercice : un exercice continu (exercice durant lequel la charge de travail était maintenue continuellement à 100 % du SV1) et un exercice intermittent (exercice durant lequel l'intensité oscillait toutes les deux minutes entre 80 et 120 % de la puissance au SV1) sur bicyclette ergométrique. Les auteurs [13] ont montré que, bien que la durée et l'intensité des exercices étaient similaires (32 minutes à 100 % du SV1), les patientes rapportaient de plus faibles RPE lors de l'exercice intermittent (patientes obèses diabétiques : RPE = $13,7 \pm 2,3$ versus $12,3 \pm 2,3$; patientes obèses non diabétiques : RPE = $13,2 \pm 1,6$ versus $11,9 \pm 1,1$, respectivement pour l'exercice continu et l'exercice intermittent), suggérant que les patientes obèses préfèrent les exercices intermittents aux exercices continus. Ces auteurs suggèrent d'ailleurs qu'en prescrivant ces exercices préférés (i.e., des exercices intermittents), cela permet peut-être d'accroître l'adhésion des patients obèses aux programmes de réadaptation à l'effort [13]. Cependant, des études complémentaires doivent être menées pour confirmer cette hypothèse.

Similairement, des auteurs ont déjà tenté de déterminer la modalité d'exercice (e.g., course sur tapis roulant versus pédalage sur bicyclette ergométrique) la mieux perçue à partir des valeurs de RPE [34]. Toutefois, d'après nos connaissances, aucune étude ne s'est intéressée aux patients obèses.

2.6. Conclusions

L'échelle RPE de Borg [3] est un outil valide et reproductible qui peut être utilisé chez l'adulte obèse. Toutefois, avant une première utilisation, il est conseillé de suivre quelques recommandations (e.g., lire les instructions, fournir des explications, ou encore réaliser des ancrages perceptifs). Une fois ces précautions prises, il est alors possible d'utiliser l'échelle RPE lors d'épreuve d'effort (e.g., comparaison inter-individuelle du niveau de condition physique, confirmation de l'exhaustivité d'une épreuve d'effort, ou encore prédiction de $\dot{V}O_{2pic}$) et/ou lors d'un programme de réadaptation à l'effort (e.g., prescription individualisée d'une intensité d'exercice, évaluation des effets d'un programme de réadaptation à l'effort, ou encore détermination d'une préférence perceptive). L'échelle RPE de Borg [3] est donc un outil utile pour la prise en charge des patients obèses. Cependant, des études complémentaires sont encore à

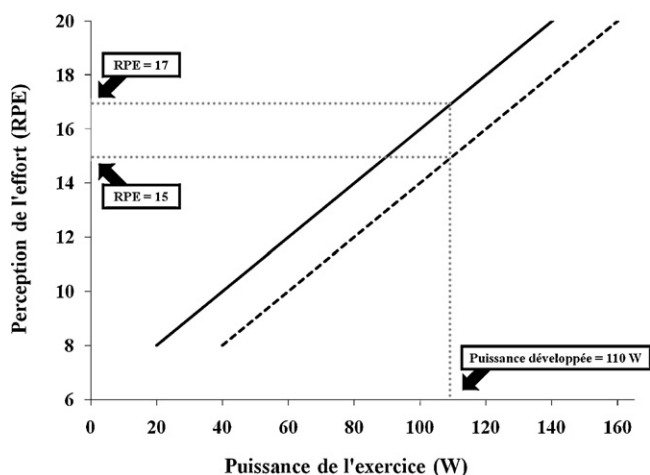


Fig. 7. Exemple de l'effet d'un programme de réhabilitation sur la perception de l'effort. Droite en trait plein : patient obèse avant la réalisation d'un programme de réhabilitation à l'effort ; droite en pointillés : patient obèse après la réalisation d'un programme de réhabilitation à l'effort.

réaliser avant d'utiliser en routine cette échelle pour tous les patients obèses (quel que soit leur degré d'obésité et leurs comorbidités associées).

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998;26:217–38.
- [2] Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986;60:2020–7.
- [3] Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med* 1970;2:92–8.
- [4] Borg G. The Borg RPE scale. In: Borg G, editor. *Borg's Perceived exertion and pain scales*. Champaign: Human Kinetics; 1998. p. 29–37.
- [5] Borg G. Perceived exertion. In: Borg G, editor. *Borg's Perceived exertion and pain scales*. Champaign: Human Kinetics; 1998. p. 2–9.
- [6] Borg G. Perceived exertion in working capacity tests. In: Borg G, editor. *Borg's Perceived exertion and pain scales*. Champaign: Human Kinetics; 1998. p. 54–62.
- [7] Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377–81.
- [8] Charles MA. Obésité : que nous dit l'épidémiologie ? *Cah Nut Diet* 2011;46:167–72.
- [9] Coquart JB, Lemaire C, Dubart AE, Douillard C, Luttenbacher DP, Wibaux F, et al. Prediction of peak oxygen uptake from sub-maximal ratings of perceived exertion elicited during a graded exercise test in obese women. *Psychophysiology* 2009;46:1150–3.
- [10] Coquart JB, Eston RG, Grosbois JM, Lemaire C, Dubart AE, Luttenbacher DP, et al. Prediction of peak oxygen uptake from age and power output at RPE 15 in obese women. *Eur J Appl Physiol* 2010;110:645–9.
- [11] Coquart JB, Eston R, Nycz M, Grosbois JM, Garcin M. Estimation of maximal oxygen uptake from ratings of perceived exertion elicited during sub-maximal tests in competitive cyclists. *Arch Sci Med* 2012;171:165–72.
- [12] Coquart JB, Garcin M. Validity and reliability of perceptually-based scales during exhausting runs in trained male runners. *Percept Mot Skills* 2007;104:254–66.

- [13] Coquart JB, Lemaire C, Dubart AE, Luttenbacher DP, Douillard C, Garcin M. Intermittent vs continuous exercise, the effects of perceptually lower intensity exercise in obese women. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:1546–53.
- [14] Coquart J, Lemaire C, Dubart AE, Luttenbacher DP, Wibaux F, Douillard C, et al. Effets chroniques des exercices intermittents sur l'apport énergétique des femmes obèses : une étude préliminaire. *Obésité* 2009;4:49–53.
- [15] Davenport MH, Charlesworth S, Vanderspank D, Sopper M, Mottola MF. Development and validation of exercise target heart rate zones for overweight and obese pregnant women. *Appl Physiol Nutr Med* 2008;33:984–9.
- [16] Davies RC, Rowlands AV, Eston RG. The prediction of maximal oxygen uptake from submaximal ratings of perceived exertion elicited during the multistage fitness test. *Br J Sports Med* 2008;42:1006–10.
- [17] Duclos M, Duché P, Guezennec CY, Richard R, Rivière D, Vidalin H. Position de consensus : activité physique et obésité chez l'enfant et chez l'adulte. *Sci Sport* 2010;25:207–25.
- [18] Dunbar CC, Robertson RJ, Baun R, Blandin MF, Metz K, Burdett R, et al. The validity of regulating exercise intensity by ratings of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:94–9.
- [19] Emery C, Dinet J, Lafuma A, Sermet C, Khoshnood B, Fagnani F. Évaluation du coût associé à l'obésité en France. *Presse Med* 2007;36:832–40.
- [20] Eston RG, Lambbrick D, Sheppard K, Parfitt G. Prediction of maximal oxygen uptake in sedentary males from a perceptually regulated, sub-maximal graded exercise test. *J Sports Sci* 2008;26:131–9.
- [21] Eston RG, Davies BL, Williams JG. Use of perceived effort ratings to control exercise intensity in young healthy adults. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1987;56:222–4.
- [22] Eston RG, Faulkner JA, Mason EA, Parfitt G. The validity of predicting maximal oxygen uptake from perceptually regulated graded exercise tests of different durations. *Eur J Appl Physiol* 2006;97:535–41.
- [23] Eston RG, Lamb KL, Parfitt G, King N. The validity of predicting maximal oxygen uptake from a perceptually-regulated graded exercise test. *Eur J Appl Physiol* 2005;94:221–7.
- [24] Faulkner J, Eston R. Overall and peripheral ratings of perceived exertion during a graded exercise test to volitional exhaustion in individuals of high and low fitness. *Eur J Appl Physiol* 2007;101:613–20.
- [25] Faulkner J, Parfitt G, Eston R. Prediction of maximal oxygen uptake from the ratings of perceived exertion and heart rate during a perceptually-regulated sub-maximal exercise test in active and sedentary participants. *Eur J Appl Physiol* 2007;101:397–407.
- [26] Garcin M. *Étude de la perception de l'effort au cours d'exercices triangulaires et rectangulaires*. Paris: Paris VI; 1997.
- [27] Garcin M, Vandewalle H, Monod H. A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time. *Int J Sports Med* 1999;20:40–3.
- [28] Garcin M, Wolff M, Bejma T. Reliability of rating scales of perceived exertion and heart rate during progressive and maximal constant load exercises till exhaustion in physical education students. *Int J Sports Med* 2003;24:285–90.
- [29] Gondoni LA, Nibbio F, Caetani G, Augello G, Titon AM. What are we measuring? Considerations on subjective ratings of perceived exertion in obese patients for exercise prescription in cardiac rehabilitation programs. *Int J Cardiol* 2010;15:236–8.
- [30] Gros Lambert A, Hintzy F, Hoffman MD, Dugué B, Rouillon JD. Validation of a rating scale of perceived exertion in young children. *Int J Sports Med* 2001;22:116–9.
- [31] Haisman MF. Determinants of load carrying ability. *Appl Ergon* 1988;19:111–21.
- [32] Hampson DB, St Clair Gibson A, Lambert MI, Noakes TD. The influence of sensory cues on the perception of exertion during exercise and central regulation of exercise performance. *Sports Med* 2001;31:935–52.
- [33] Hulens M, Vansant G, Claessens AL, Lysens R, Muls E. Predictors of 6-minute walk test results in lean, obese and morbidly obese women. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:98–105.
- [34] Lazaar N, Esbri C, Gandon N, Ratel S, Dore E, Duché P. Modalities of submaximal exercises on ratings of perceived exertion by young girls: a pilot study. *Percept Mot Skills* 2004;99:1091–6.

- [35] Leung ML, Chung PK, Leung RW. An assessment of the validity and reliability of two perceived exertion rating scales among Hong Kong children. *Percept Mot Skills* 2002;95:1047–62.
- [36] Löllgen H, Ulmer HV, Gross R, Wilbert G, Von Nieding G. Methodical aspects of perceived exertion rating and its relation to pedalling rate and rotating mass. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1975;34:205–15.
- [37] Marriott HE, Lamb KL. The use of ratings of perceived exertion for regulating exercise levels in rowing ergometry. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996;72:267–71.
- [38] Mihevic PM. Sensory cues for perceived exertion: a review. *Med Sci Sports Exerc* 1981;13:150–63.
- [39] Miyatake N, Nishikawa H, Morishita A, Kunitomi M, Wada J, Makino H, et al. Evaluation of exercise prescription for hypertensive obese men by ventilatory threshold. *J Chin Med Assoc* 2003;66:572–8.
- [40] Myles WS, Maclean D. A comparison of response and production protocols for assessing perceived exertion. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1986;55:585–7.
- [41] Noble BJ, Robertson RJ. The Borg scale: development, administration, and experimental use. In: Noble BJ, Robertson RJ, editors. *Perceived exertion*. Champaign: Human Kinetics; 1996. p. 59–92.
- [42] Noble BJ, Robertson RJ. The role of RPE in exercise prescription. In: Noble BJ, Robertson RJ, editors. *Perceived exertion*. Champaign: Human Kinetics; 1996. p. 257–93.
- [43] Noble BJ, Robertson RJ. The role of RPE in graded exercise testing. In: Noble BJ, Robertson RJ, editors. *Perceived exertion*. Champaign: Human Kinetics; 1996. p. 215–55.
- [44] Okura T, Tanaka K. A unique method for predicting cardiorespiratory fitness using rating of perceived exertion. *J Physiol Anthropol Appl Hum Sci* 2001;20:255–61.
- [45] Pfeiffer KA, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. Reliability and validity of the Borg and OMNI rating of perceived exertion scales in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:2057–61.
- [46] Poole CN, Roberts MD, Dalbo VJ, Tucker PS, Sunderland KL, Debolt ND, et al. The combined effects of exercise and ingestion of a meal replacement in conjunction with a weight loss supplement on body composition and fitness parameters in college-aged men and women. *J Strength Cond Res* 2011;25:51–60.
- [47] Rejeski WJ, Best DL, Griffith P, Kenney E. Sex-role orientation and the responses of men to exercise stress. *Res Q Exerc Sport* 1987;58:260–4.
- [48] Robertson RJ. Development of the perceived exertion knowledge base: an interdisciplinary process. *Int J Sport Psy* 2001;32:189–96.
- [49] Robertson RJ. Exercise programs using a target rating of perceived exertion. In: Robertson RJ, editor. *Perceived exertion for practitioners: rating effort with the OMNI picture system*. Champaign: Human Kinetics; 2004. p. 53–62.
- [50] Robertson RJ. The OMNI picture system of perceived exertion. In: Robertson RJ, editor. *Perceived exertion for practitioners: rating effort with the OMNI picture system*. Champaign: Human Kinetics; 2004. p. 9–20.
- [51] Robertson RJ. Perceived exertion. In: Robertson RJ, editor. *Perceived exertion for practitioners: rating effort with the OMNI picture system*. Champaign: Human Kinetics; 2004. p. 1–9.
- [52] Robertson RJ. Tests of health fitness and sport performance using rating of perceived exertion. In: Robertson RJ, editor. *Perceived exertion for practitioners: rating effort with the OMNI picture system*. Champaign: Human Kinetics; 2004. p. 33–51.
- [53] Robertson RJ, Goss FL, Boer NF, Peoples JA, Foreman AJ, Dabayeb IM, et al. Children's OMNI scale of perceived exertion: mixed gender and race validation. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:452–8.
- [54] Robertson RJ, Goss FL, Metz KF. Perception of physical exertion during dynamic exercise: a tribute to Professor Gunnar A.V. Borg. *Percept Mot Skills* 1998;86:183–91.
- [55] Robertson RJ, Noble BJ. Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications. *Exerc Sport Sci Rev* 1997;25:407–52.
- [56] Shephard RJ, Vandewalle H, Gil V, Bouhlef E, Monod H. Respiratory, muscular, and overall perceptions of effort: the influence of hypoxia and muscle mass. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:556–67.
- [57] Skinner JS, Hutsler R, Bergsteinova V, Buskirk ER. The validity and reliability of a rating scale of perceived exertion. *Med Sci Sports* 1973;5:94–6.
- [58] Smutok MA, Skrinar GS, Pandolf KB. Exercise intensity: subjective regulation by perceived exertion. *Arch Phys Med Rehabil* 1980;61:569–74.
- [59] Solomon TPJ, Haus JM, Kelly KR, Cook MD, Riccardi M, Rocco M, et al. Randomized trial on the effects of a 7-d low-glycemic diet and exercise intervention on insulin resistance in older obese humans. *Am J Clin Nutr* 2009;90:1222–9.
- [60] Stamford BA. Validity and reliability of subjective ratings of perceived exertion during work. *Ergonomics* 1976;19:53–60.
- [61] Tabet JY, Meurin P, Teboul F, Tartiere JM, Weber H, Renaud N, et al. Determination of exercise training level in coronary artery disease patients on beta blockers. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2008;15(1):67–72.
- [62] Ueda T, Kurokawa T. Relationships between perceived exertion and physiological variables during swimming. *Int J Sports Med* 1995;16:385–9.
- [63] Ulmer HV, Janz U, Löllgen H. Aspects of the validity of Borg's scale. Is it measuring stress or strain? In: Borg G, editor. *Physical work and effort*. New York: Pergamon press; 1977. p. 181–98.
- [64] Ward DS, Bar-Or O. Use of the Borg scale in exercise prescription for overweight youth. *Can J Sport Sci* 1990;15:120–5.
- [65] Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
- [66] Wenos DL, Wallace JP, Surburg PR, Morris HH. Reliability and comparison of RPE during variable and constant exercise protocols performed by older women. *Int J Sports Med* 1996;17:193–8.