

Bilans musculaires. Stratégie d'évaluation d'après la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF)

R. Hignet, J.-L. Blaise

Cet article a pour objet d'ordonner les bilans musculaires selon les concepts de la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF). Après un historique de celle-ci, les six éléments qui la composent sont détaillés. Ces six éléments sont regroupés en trois entités : la personne, les facteurs environnementaux et la participation. Les connexions de chaque entité avec les bilans musculaires sont traitées. Il en découle une méthodologie du choix du bilan musculaire, selon l'acte moteur, la personne et les structures à tester. Un déroulement type d'une évaluation est proposé. La seconde partie montre des exemples de bilans de la fonction et de l'activité de force (isocinétique et isométrique), de vitesse (iso-inertielle et plyométrique) et d'endurance.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Bilan musculaire ; Classification internationale du fonctionnement ; Force ; Vitesse ; Endurance ; Isométrique ; Isocinétique ; Iso-inertiel ; Plyométrique

Plan

■ Introduction	1	■ Fonction force maximale isocinétique durée brève	11
■ Classification internationale du fonctionnement	2	Épreuves par paliers	12
Bref historique	2	Épreuves rectangulaires	12
Six éléments	2	■ Fonction force maximale isocinétique durée courte	12
Synthèse	3	■ Fonction vitesse maximale (avec ou sans plyométrie) durée brève	12
■ La personne	3	■ Fonction vitesse maximale durée courte	13
Premier élément : « problème de santé (trouble ou maladie) »	3	■ Fonction endurance maximale : maintien de positions ou répétitions d'actions cycliques	13
Deuxième élément « facteurs personnels »	4	Épreuves rectangulaires	13
Troisième élément « fonctions organiques et structures anatomiques »	4	Épreuves par paliers	14
Quatrième élément « activités »	4	■ Activité force maximale	14
Exemples d'interactions entre ces éléments	4	■ Activité vitesse maximale (avec ou sans plyométrie) durée brève	14
■ Les facteurs environnementaux	4	■ Activité vitesse maximale (avec ou sans plyométrie) durée courte	14
■ La participation	4	Épreuve rectangulaire ou par paliers	14
Niveau journalier global d'activités	4	■ Activité endurance maximale	14
Niveau de réalisation d'une activité particulière	5	Épreuves par paliers	14
■ Choix du bilan musculaire	5	Épreuves rectangulaires	15
Caractéristiques de l'acte moteur à tester	5	■ Des bilans pour le thérapeute ou pour le patient ?	15
Caractéristiques de la personne à tester	6		
Caractéristiques des structures anatomiques à tester	7		
■ Déroulement du bilan musculaire	7		
Vérifications préliminaires	7		
Variables à mesurer	7		
Modalités de l'épreuve	8		
Aspects techniques	9		
Bilans subjectifs de l'intensité de l'effort	9		
Transcription des résultats	9		
Réévaluation	9		
■ Fonction force maximale volontaire isométrique durée brève	10		
Épreuve par paliers	10		
Épreuve rectangulaire	10		
Épreuves triangulaires	11		
■ Fonction force maximale isométrique durée courte	11		

■ Introduction

Il existe un grand nombre de bilans musculaires, et de toutes sortes. Un cadre de référence paraît nécessaire afin de donner une cohérence à cet ensemble. La Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) [1] propose un cadre général aux bilans. Cette classification est appliquée dans de nombreux pays et par de nombreux professionnels de santé [2]. Ce n'est pas seulement une classification, c'est essentiellement un concept qui correspond à la vision que peut avoir un spécialiste du mouvement. Ce modèle permet à la fois

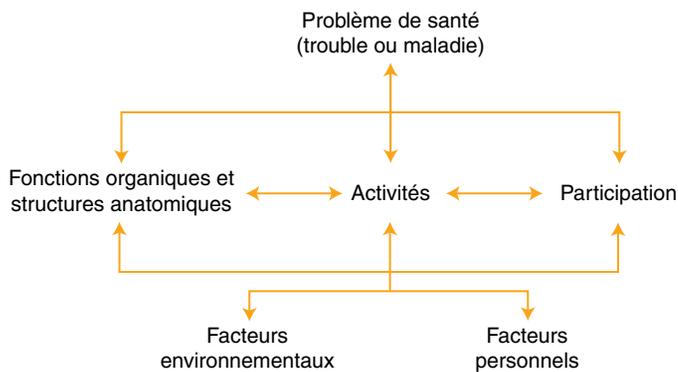


Figure 1. Interaction entre les composants de la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF). L'activité est au centre du système.

une approche analytique précise et une optique systémique, mettant en perspective les interactions entre les éléments en présence (Fig. 1).

Quelques rappels concernant la CIF sont nécessaires pour montrer où elle situe les bilans musculaires.

■ Classification internationale du fonctionnement

Le lecteur initié à la CIF remarquera certains aménagements de détails vis-à-vis de la classification. Ces aménagements restent toutefois en concordance avec son organisation générale. Ils respectent les objectifs fondamentaux de la CIF, en particulier celui de favoriser un langage commun à tous les thérapeutes évaluant le fonctionnement humain [3]. En outre, cette classification est évolutive ; une CIF enfants est disponible en langue anglaise depuis cette année sur www.who.int/classification/icf/en/. Une prochaine révision de la CIF est annoncée.

Bref historique

La famille des classifications de la santé de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) s'est donc enrichie, en 2001, d'une nouvelle classification visant à définir un langage commun pour identifier et mesurer les conséquences de longue durée des maladies et traumatisme.

L'émergence de ces classifications de la santé remonte à la fin du XIX^e. Dès 1893, *Mesurer pour juger*, principe fondateur de l'école d'anthropologie de Paris, conduit Bertillon à recenser, à analyser et à classer les causes de décès. Il établit alors une première nomenclature. Par ses travaux, il jette les bases de classifications qui seront reprises en 1948 par l'OMS, agence spécialisée de l'ONU. Après avoir privilégié l'observation des causes de décès, ce sont les maladies qui font l'objet d'une Classification internationale des maladies (CIM), référence internationale en termes de diagnostics médicaux. C'est actuellement la dixième révision (CIM 10) qui fait autorité.

Dans le domaine de la Santé publique, 1950 est une période charnière. La médecine progresse et repousse de nombreuses maladies infectieuses ; l'espérance de vie augmente et, avec elle, les maladies chroniques.

Les années 1970 voient la qualité de vie devenir objet d'intérêt. La définition même de la santé s'affine : pour l'OMS, ce n'est plus seulement l'absence de maladie, mais un *état de total bien-être physique, mental et social*.

Certaines personnes vivent parfois dès leur naissance et jusqu'à des âges de plus en plus avancés avec des limitations fonctionnelles parfois très sévères.

Apparaît alors la nécessité d'identifier les conséquences invalidantes de la maladie, communément appelées handicaps. Entre 1975 et 1980, au titre de l'OMS, le professeur Philip N. Wood, rhumatologue et épidémiologiste, coordonne l'élaboration de la Classification internationale des handicaps : déficiences, incapacités et désavantages (CIH), traduite en français en

1988. En distinguant trois niveaux d'expérience du handicap, ce modèle propose une approche linéaire et centrée sur l'individu. Le point de départ est toujours la maladie ou le trouble de santé. Ainsi, une maladie ou un traumatisme provoquant une faiblesse musculaire des membres inférieurs (déficiences) entraîne une impossibilité à marcher (incapacité motrice) qui aboutit à un désavantage pour les déplacements et produit une situation de handicap dans la vie sociale ordinaire. Cette classification modifie considérablement l'approche de l'infirmité, devenue handicap dans sa dénomination. Malgré tout, alors que l'ambition était de mesurer les conséquences du problème de santé dans la vie quotidienne de l'individu, il s'avère que cette grille de lecture s'appuie essentiellement sur le modèle biomédical (diagnostic curatif). Elle ne prend pas en considération les autres composantes de l'état de santé telles que l'aspect environnemental et sociétal.

Un long processus de révision est alors engagé. L'observation, de linéaire qu'elle était, devient interactive. C'est le fonctionnement de la personne qui est pris en considération : « le fonctionnement est un terme générique qui se rapporte aux fonctions organiques, aux activités de la personne et à sa participation dans la société » [1]. La CIF modifie profondément le modèle précédent. Elle sous-tend que la situation de handicap est liée à l'organisation sociale autant qu'aux facteurs individuels. Dans l'exemple précédent, le manque d'accessibilité aux moyens de transport, l'inadaptation des mobiliers urbains, l'absence de lois appuyées sur le principe de non-discrimination créant une égalité et une équité pour tous les citoyens, sont facteurs de situations de handicap.

L'approche du handicap qui était à l'origine individuelle, est maintenant devenue une approche systémique de la situation de handicap.

Une rapide analyse des différents éléments du système montre les interactions.

Six éléments

Six éléments sont interdépendants.

Problèmes de santé (troubles, maladies, hérédité...)

La CIM 10 démembré les pathologies qui vont interférer sur le fonctionnement de la personne. Il faut inclure les éventuels effets iatrogènes des traitements orthopédiques ou chirurgicaux, médicaux ou physiques. La CIM 10 est complémentaire de la CIF, apportant d'autres informations, donnant une image plus large et plus signifiante sur le fonctionnement de la personne.

Fonctions organiques et structures anatomiques

Cette dyade « fonction-structure » comporte tous les constituants de l'organisme et leurs rôles. Cet ensemble peut aller du plus petit (par exemple : le noyau de la mitochondrie-duplication, déficient dans la myopathie, ou autre exemple : l'acétylcholine-transmission synaptique, déficient dans la myasthénie) jusqu'au plus grand (l'œil-la vision, la main-la préhension) en passant par les cellules, les tissus, les systèmes et les appareils, y compris les fonctions mentales et le cerveau (Tableau 1). Cet ensemble se situe au niveau local ou locorégional. Le référentiel egocentré est le référentiel à utiliser lorsque sont évaluées les relations des différentes parties du corps entre elles. Les bilans de cet ensemble sont encore souvent appelés « bilans analytiques ». La CIF n'utilise plus cette terminologie. Elle parle d'efficacité et de déficience de fonction et d'efficacité et de déficience de structure.

Activités

Cet ensemble considère « la personne-l'activité ». Par activité, il faut entendre des actions mettant en jeu plusieurs dyades « structures-fonctions » : par exemple se déplacer, communiquer, s'habiller, exécuter une tâche, etc. Le terme de référentiel géocentré est utilisé. La personne est étudiée dans sa totalité (et

Tableau 1.

Classification des fonctions et structures corporelles.

1 – Fonctions mentales	1 – Structures du système nerveux
2 – Fonctions sensorielles et de la douleur	2 – Œil, oreille et structures annexes
3 – Fonctions de la voix et de la parole	3 – Structures liées à la voix et à la parole
4 – Fonctions des systèmes cardiovasculaires, hématopoïétique, immunitaire et respiratoire	4 – Structures des systèmes cardiovasculaires, immunitaire et respiratoire
5 – Fonctions des systèmes digestif, métabolique et endocrinien	5 – Structures liées aux systèmes digestif, métabolique et endocrinien
6 – Fonctions génito-urinaire et reproductives	6 – Structures liées à l'appareil génito-urinaire
7 – Fonctions de l'appareil locomoteurs et liées au mouvement	7 – Structures liées au mouvement
8 – Fonctions de la peau et des structures associées	8 – Peau et structures associées

Tableau 2.

Classification des domaines d'activité et de participation.

1 – Apprentissage et application des connaissances
2 – Tâches et exigences générales
3 – Communication
4 – Mobilité
5 – Entretien personnel
6 – Vie domestique
7 – Relations et interactions avec autrui
8 – Grands domaines de la vie
9 – Vie communautaire, sociale et civique

non plus l'organisme), dans un milieu neutre, le plus standardisé possible afin d'éliminer toute influence extérieure. Cela permet, dans l'optique d'un bilan de ses activités, d'isoler les variables à évaluer (sans parler de la nécessaire reproductibilité pour valider le bilan). Les bilans de cet ensemble sont encore souvent appelés « bilans fonctionnels ». La CIF n'utilise plus cette terminologie. Elle parle d'activité et de limitation d'activité.

Facteurs personnels

Ils correspondent aux caractéristiques intrinsèques de la personne (âge, sexe, niveau socioculturel), ainsi qu'à ses spécificités de nature ethnoculturelle, ses habitudes de vie : personnelles, familiales, alimentaires, vestimentaires, sociales, religieuses, culturelles...

Facteurs environnementaux

Ils constituent l'environnement physique, social et attitudinal dans lequel la personne vit. Cinq grandes catégories sont retenues :

- les produits (par exemple les médicaments, les aides techniques) et les systèmes techniques (les architectures, les aménagements) ;
- l'environnement naturel et les changements apportés par l'homme ;
- les soutiens et les relations (inclus les professionnels de santé) qui représentent la quantité de soutien physique et affectif ;
- les attitudes et normes sociales, pratiques et idéologiques de l'entourage ; c'est le versant qualitatif des « soutiens et relations » ;
- les services, systèmes et politiques (prestations, administrations et règles, règlements, conventions et lois de la société).

Participation

Cela représente les activités que la personne réalise habituellement dans son contexte de vie ordinaire. Ce sont les mêmes activités que celles décrites dans le chapitre « activités » (Tableau 2). Mais elles se déroulent dans le milieu de vie de la personne. Elles sont alors altérées par l'environnement. Le référentiel est dit exocentré. Les bilans de cet ensemble sont encore souvent appelés « bilans de terrain » ou bilans écologiques. La CIF parle de participation ou de restriction de participation.

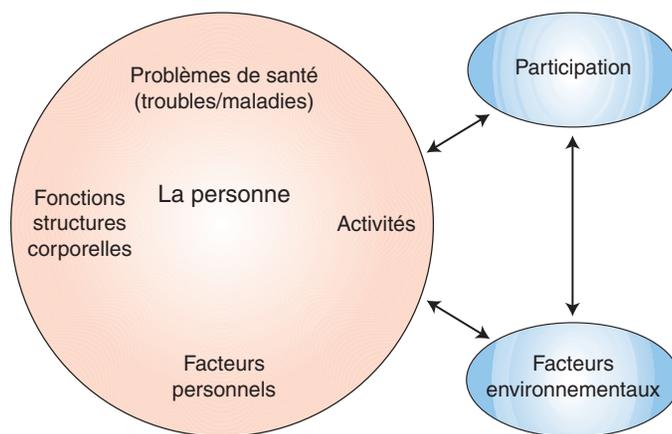


Figure 2. Système en trois entités. Un changement dans une entité modifie le système.

Synthèse

Il est possible de regrouper, sans trop le modifier, le schéma de la CIF (Fig. 1) en un système à trois entités (Fig. 2) :

- la personne : représentée par ses problèmes de santé, ses fonctions et structures, ses activités (ce qu'elle peut ou sait faire) et ses facteurs personnels ;
- l'environnement : représenté par tout ce qui intervient directement ou indirectement sur la personne et sur l'action à réaliser ;
- la participation : représentée par ce que fait (avec plus ou moins de difficultés) ou ne réussit plus à faire la personne dans son environnement. Cela concerne ses habitudes de vie familiales, professionnelles, domestiques, sportives...

La personne consulte lorsque les interactions entre les trois entités de ce système dysfonctionnent, ou bien lorsque les potentialités d'interactions qu'elle pourrait légitimement en attendre (l'affordance) ne sont pas activables. Il en résulte une insatisfaction en termes de qualité de vie, insatisfaction liée à des situations de handicap (ou vécues comme telles).

Le professionnel de santé va alors poser un diagnostic sur cette restriction de participation.

Comment les bilans musculaires abordent-ils ces trois entités (personne, environnement, participation), et comment participent-ils au diagnostic kinésithérapique ?

■ La personne

La CIF, dans ce schéma ainsi modifié, montre donc quatre éléments qui concernent la personne. Quelles sont les données apportées par ces quatre éléments ?

Premier élément : « problème de santé (trouble ou maladie) »

Il correspond aux informations apportées par le médecin, le chirurgien, le radiologue, le biologiste... Ces informations sont primordiales car elles renseignent sur l'état des structures

anatomiques liées à la production de la force. Ce sont par exemple une anémie, un diabète, des troubles enzymatiques montrés par l'examen biologique, ou une perte de structure à l'échographie ou au scanner montrant une diminution de la section transversale du muscle (*cross-sectional area*), des infiltrations graisseuses dans le muscle, le compte rendu opératoire indiquant l'état du complexe musculotendineux et de ses annexes...

Deuxième élément « facteurs personnels »

Il correspond aux informations liées aux facteurs personnels d'ordre privé. Elles sont à considérer avec l'éthique propre à tout soignant. Certaines croyances et attitudes peuvent interagir entre le thérapeute et la personne à examiner. Cela peut ne pas être anecdotique dans le cadre des bilans musculaires.

Troisième élément « fonctions organiques et structures anatomiques »

Il correspond aux informations données par l'étude de la dyade « fonctions-structures ». Le niveau d'étude est le muscle ou le groupe musculaire. Le mouvement est simple, par exemple la flexion du coude, l'extension du genou, le développé-couché (Charpentier) [4]. Les épreuves sont dites locales ou locorégionales.

La production de force se définit par trois grandeurs interdépendantes : la durée de l'effort, la résistance mobilisée (ou maintenue) et la vitesse à laquelle elle est mobilisée. Pour connaître une grandeur, il faut contrôler les deux autres. Trois fonctions sont donc étudiées :

- la fonction force : il s'agit de mesurer la résistance que la personne maintient (mode isométrique) ou mobilise à vitesse constante (mode isocinétique) pendant une durée prédéfinie. Plus exactement c'est le moment résistant (en N/m) qui est mesuré ;
- la fonction vitesse (ou accélération, dite parfois impulsion ou explosivité) : il s'agit de mesurer la vitesse à laquelle la personne mobilise une résistance constante (mode iso-inertiel, encore appelé isorésistance) pendant une durée prédéfinie, avec ou sans rebond (plyométrie) ;
- la fonction endurance (ou tolérance à la fatigue) : il s'agit de mesurer le temps de maintien d'un niveau d'effort prédéfini, avec une résistance constante, soit maintenue, soit mobilisée à vitesse constante. Autrement dit, la répétition d'une action cyclique.

Quatrième élément « activités »

Il correspond aux informations apportées par l'étude des activités de la personne dans sa globalité, dans un milieu le plus neutre possible vis-à-vis de la réalisation de ces activités. Le mouvement est complexe, par exemple la marche, les accroupissements, les tractions verticales à la barre, etc. Les épreuves sont dites générales car elles mettent en action plus de 30 % de la masse musculaire.

“ Point important

Une épreuve est générale si elle met en action plus de 30 % de la masse musculaire (Monod in : Bouisset) [5].

Les grandeurs évaluées sont les mêmes :

- les activités de force (où d'importantes masses sont mobilisées) ;
- les activités de vitesse (la marche, la course, les sauts, le pédalage, la montée d'escaliers, la nage...);
- les activités d'endurance (ce sont les mêmes activités, répétées jusqu'à la fatigue).

Exemples d'interactions entre ces éléments

Beaucoup de travaux cherchent les relations entre ces différents éléments. La Haute autorité de la santé (HAS) cite la relation entre la déficience de fonction de force du « grip » et les limitations d'activités chez la personne âgée [6]. De même, Harris [7] montre, sur 93 patients ayant subi un accident vasculaire cérébral depuis plus de 1 an, que la limitation d'activité du membre supérieur est surtout liée à la déficience de la fonction force, bien plus qu'aux déficiences de la fonction sensibilité, douleur ou tonus.

Des découvertes de corrélations permettraient de préciser les facteurs limitants et conditionnants de la situation de handicap. Cela faciliterait la détermination des éléments à traiter.

Il faut examiner brièvement « l'élément » environnement.

■ Les facteurs environnementaux

L'approche systémique de la situation de handicap oblige à explorer l'environnement de la personne, afin de détecter les obstacles à réduire et les appuis à solliciter. Voici quelques exemples :

- les produits, par exemple les prises alimentaires, et aussi les médicaments. Il faut prêter attention aux médicaments : celles qui dépriment comme celles qui excitent la fonction motrice. Il faudrait sans doute évoquer toutes les substances interdites en compétition. Sera-t-il nécessaire de soumettre cette liste au patient avant la réalisation d'une épreuve d'effort ?
- les équipements sportifs individuels (tenue, chaussures, matériel) ;
- les équipements collectifs (salle, gymnase, piscine, parcours sportif) ;
- l'environnement naturel et les changements apportés par l'homme : pollution urbaine, climat, densité de population... ;
- les soutiens et les relations : *professionnels de santé, médecins du sport, animateurs sportifs, associations sportives, clubs, partenaires de loisirs...* ;
- les attitudes de l'entourage vis-à-vis des activités physiques et sportives. Ici, il faut insister sur la vertu de l'exemple. Les comportements des professionnels de santé sont plus prégnants que leurs discours. Il peut paraître incohérent pour certains d'entre nous de prôner l'opposé de notre comportement.

Le troisième ensemble traite de « la participation ».

■ La participation

La participation désigne les mêmes activités que vues précédemment, mais exécutées en milieu habituel de vie. La personne est en situation de handicap ; elle présente une restriction de participation pour laquelle elle consulte. L'activité en souffrance représente donc l'objectif du patient et aussi la finalité des tests, qui est de mesurer la performance en situation réelle (Massiot) [8].

La participation est jugée soit par questionnaire, soit par observation directe de l'activité incriminée, en cherchant à détecter l'élément limitant la performance.

Quelles sont les épreuves à effectuer ?

Deux éléments sont intéressants : le niveau journalier global d'activités de la personne, d'une part, et le niveau de réalisation de l'activité particulière, objet de la consultation, d'autre part.

Niveau journalier global d'activités

Cette évaluation donne une idée de l'accomplissement des habitudes de vie de la personne. Cela peut montrer une sous-sollicitation ou une sous-sollicitation des structures à examiner.

L'examineur constate le niveau de participation habituel de la personne grâce à la dépense énergétique journalière. Elle se calcule par le niveau d'activité physique moyen et par le métabolisme de base. L'examineur peut estimer ce niveau grâce au « *physical activity history* » qui est un questionnaire rapide pour situer (en quatre catégories) le niveau « d'activation » de la personne [9]. Il existe d'autres questionnaires comme

le « *frequency intensity time* »^[10] qui prend en compte la fréquence de l'exercice, son intensité et le temps total cumulé d'efforts (Boisseau)^[11]. La fréquence cardiaque (par l'utilisation de cardiofréquencemètre) permet aussi d'estimer le niveau d'activité. Cela correspond à la notion de coût énergétique, notion développée en ergonomie. Des chercheurs ont développé un outil de mesure plus élaboré, mesurant les activités physiques par accélérométrie embarquée : c'est le moniteur d'activités^[12]. Cet outil n'est pas encore utilisé en pratique clinique courante.

“ Point important

Des chercheurs ont développé un outil mesurant les activités physiques par accélérométrie embarquée : c'est le moniteur d'activités.

Entrent également dans cette catégorie les questionnaires, comme la mesure d'indépendance fonctionnelle (MIF), le *Women's health and aging studies* (WHAS)^[13], l'*instrumental activities of daily living* (indice de Katz)^[14], l'état perçu de fatigue, etc.

Ces évaluations des activités de la vie quotidienne sont importantes pour les personnes fragiles. C'est le niveau moteur de base qu'elles cherchent à garder, à récupérer ou à améliorer.

L'efficacité des techniques rééducatives peut être évaluée par les changements de ces paramètres de base. Car si la structure s'est adaptée suite aux exercices thérapeutiques, les valeurs de certains paramètres de base vont être améliorées au repos (coût cardiaque, dyspnée) et les performances sont améliorées.

La CIF donne cinq qualificatifs pour la participation :

- aucune difficulté (0-4 %) ;
- difficulté légère (faible) (5-24 %) ;
- difficulté modérée (moyenne) (25-49 %) ;
- difficulté grave (élevée) (50-95 %) ;
- difficulté absolue (totale) (96-100 %).

Niveau de réalisation d'une activité particulière

Il est évalué par les tests de terrain, les tests « écologiques ». Les résultats de ces tests ne sont pas forcément liés aux résultats des tests d'activité en milieu standard car la mise en situation réelle fait intervenir nombre de facilitateurs ou d'obstacles à la performance. Il est classique de citer des athlètes meilleurs sur le tapis roulant que sur la piste du stade^[15].

La CIF marque cette différence en réservant le terme de capacité aux résultats des activités en milieu standard et le terme de performance aux résultats de ces mêmes activités réalisées en milieu naturel. Un des facteurs de différence entre les capacités et les performances dans les épreuves d'endurance est le moindre coût énergétique que le sujet va mettre en place au cours de la journée, afin d'assurer un rendement optimal (Chanussot)^[16].

Les épreuves sont sans intervention de l'examineur par définition car il ferait partie à son tour des facteurs environnementaux. Les épreuves sont définies par une tâche à exécuter. Cela a pour conséquence une très faible spécificité des tests. Plus le test concerne une activité complexe, plus sa validité est contestable car trop de variables interfèrent (apprentissage du geste, coordination, gestion énergétique...). B.-J. Bussmann, H.-J. Stam concluent que : « En général, plus les mesures approchent la fonction, plus le niveau d'objectivité et de fiabilité est faible. »^[12].

Ces auteurs n'utilisent pas le terme « fonction » dans le sens de la CIF. Ils l'utilisent dans le sens courant habituel qui insiste sur l'aspect utilitaire de l'acte. Cependant, malgré les aspects sujets à caution des épreuves, l'amélioration (ou la dégradation) de la participation de la personne aux actes de la vie quotidienne doit être validée.

“ Point important

En général, plus les mesures approchent la fonction, plus le niveau d'objectivité et de fiabilité est faible.

Les bilans et le diagnostic kinésithérapique (B et DK) peuvent intégrer la logique de la CIF de la façon qui va suivre.

■ Choix du bilan musculaire

Le bilan musculaire est choisi après avoir considéré conjointement l'acte moteur, la personne et les structures à tester.

Caractéristiques de l'acte moteur à tester

Deux caractéristiques de l'acte moteur sont à prendre en considération.

Niveau

Cela concerne le choix du référentiel spatial. Il y en a trois, comme vu précédemment. Ils vont du plus petit (le muscle, le mouvement) au plus général (la personne, l'action) et ils vont du cabinet du praticien au milieu de vie de la personne. Il décide de la dénomination de l'acte moteur : fonction, activité ou participation.

Grandeur

C'est la force ou la vitesse ou la durée (l'endurance) de l'acte moteur.

Le choix est conditionné par le type de structures à examiner, ainsi que le mode de fonctionnement énergétique prépondérant et l'objectif de la personne.

Force

L'évaluation de la « fonction force », ou de l'« activité force », consiste à mesurer la résistance maximale (RM) que le sujet peut maintenir ou déplacer lors d'un mouvement à vitesse constante, pendant une durée définie. L'évaluation peut porter sur la 1 RM, la 2 RM, la 3 RM jusqu'à la 10 RM. Au-delà, l'évaluation se rapproche de la fonction endurance.

Pour mesurer la force, il faut contrôler les deux autres variables. La première est la vitesse : la garder constante introduit le mode isométrique et le mode « isocinétique », même si ce terme est imparfait. Car, de toute évidence, un mouvement ne peut pas être à vitesse constante, puisqu'il est créé par une accélération et achevé par une décélération. Il est donc utilisé en logique une vitesse « moyenne » constante, c'est-à-dire un même déplacement pendant une même durée, avec les phases d'accélération, de plateau, et de décélération identiques. Les observations montrent à ce propos que chaque geste a une signature, un patron spatiotemporel propre à chaque personne. Ce mode isocinétique se décline en concentrique et en excentrique.

“ Point important

Le mode peut être aussi isométrique. L'évaluation de la force isométrique consiste à connaître la résistance maximale (RM) que le sujet peut maintenir dans une position donnée (à vitesse constante nulle).

La seconde variable, liée à la première, est la durée de maintien de la force. Si les durées de 2 minutes et plus (6, voire 8 minutes) sont considérées comme appartenant aux épreuves

d'endurance, il reste deux types d'épreuves : schématiquement, les épreuves de brève durée : jusqu'à 10 secondes et les épreuves de courte durée : autour de 30 secondes. Ces trois durées correspondent très grossièrement aux trois filières énergétiques de production de la force musculaire (aérobie, anaérobie lactique, anaérobie alactique), même si, dans la réalité, c'est un continuum où les trois filières contribuent ensemble, de façon plus ou moins prépondérante, et dès le début, à toutes les actions musculaires.

Naturellement, ces durées n'ont pas de valeur stricte. Ce qui est pris en considération dans les épreuves, c'est la capacité à reproduire un niveau de puissance établi.

“ Point important

Ces durées n'ont pas de valeur stricte. Ce qui est pris en considération dans les épreuves, c'est la capacité à reproduire un niveau de puissance établi.

Les épreuves brèves servent à mesurer la force maximale, soit en mode isométrique, soit en mode isocinétique à vitesse lente comme l'indique la relation « force vitesse ».

Les épreuves courtes servent à mesurer une partie plus centrale de la relation « force vitesse ». Cette relation est différente selon que la personne testée pratique les sprints ou les sauts ou a contrario les distances longues.

“ Point important

Le test de Ruffier-Dickson consiste à réaliser 30 accroupissements en 45 secondes suivant le rythme d'un métronome. Ce test est décrié car il est considéré comme trop court pour tester l'endurance ou trop long pour tester la force.

Vitesse

L'évaluation de la « fonction vitesse » ou de l'« activité vitesse » consiste à mesurer la vitesse maximale de déplacement d'un segment corporel, avec ou sans charge pendant une durée définie. Lorsque la charge est projetée (lancer de ballon lesté, de barre lestée), c'est la vitesse de la charge qui est mesurée. En fait, c'est le plus souvent la distance parcourue par la charge qui est mesurée. En toute rigueur, il faudrait mesurer l'accélération, mais sa mesure est encore difficile et n'est pas de pratique courante.

L'évaluation de l'« activité vitesse » consiste à mesurer la vitesse du mouvement de plusieurs segments (correspondant à plus de 30 % de la masse musculaire) ; par exemple le pédalage, le tirage (*rowing*) du membre supérieur. À l'identique, le corps peut être « autoprojeté », ce sont les sauts en hauteur et en longueur.

Comme pour la force, il faut contrôler les deux autres variables. Le contrôle de la résistance introduit le mode iso-inertiel (ou isorésistant), la résistance mobilisée restant constante. Plus précisément, c'est le moment résistant qui devrait rester constant. Or, lors des mouvements angulaires dans le plan vertical, il ne l'est pas. Seuls certains appareils (Impulse®) (Fig. 3) [17], ou les appareils avec un déplacement de la charge linéaire (horizontal ou vertical), sont réellement iso-inertiels. Néanmoins, là aussi, malgré cette approximation, le mode est dit iso-inertiel si la recherche de vitesse est l'objectif du mouvement. La plupart des actions humaines (quotidiennes, professionnelles ou sportives) demandent davantage de qualités de vitesse que de qualités de force (déplacer des charges très lourdes à vitesse très lente est assez rare).

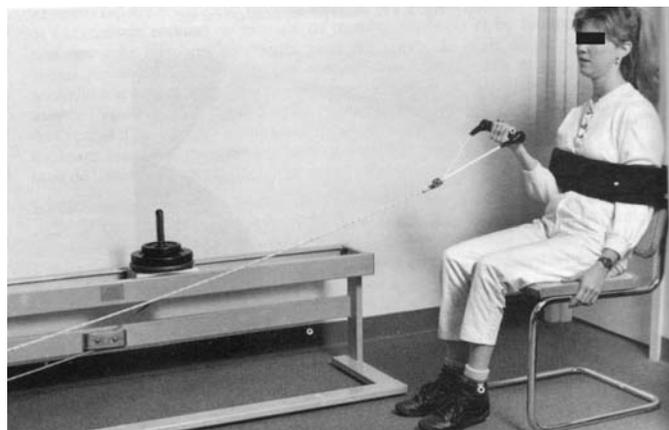


Figure 3. Impulse®. Cet appareil existe depuis plus d'une décennie.

Les épreuves brèves servent à mesurer la vitesse maximale. La relation « force vitesse » conduit à utiliser des charges faibles (30 à 60 % de la RM selon le nombre et le type de segments mis en jeu).

Les épreuves courtes servent à mesurer une partie du « profil force vitesse » propre à chaque sujet. Ces épreuves sont souvent appelées épreuves de puissance, car c'est dans ce secteur que le rendement du couple « force vitesse » est considéré comme le plus élevé.

Durée (endurance-tolérance à la fatigue)

L'évaluation de la fonction endurance ou de l'activité endurance consiste à mesurer la durée du maintien d'une résistance ou la durée (le nombre) des répétitions d'une action cyclique à un certain niveau d'effort le plus longtemps possible. Les épreuves sont classiquement aux alentours de 2 minutes, mais vont parfois jusqu'à 6 à 8 minutes.

La durée d'une épreuve d'endurance est différente selon les structures interrogées. Pour les épreuves locales (fonctions), Burke et al. (in : Richard et Orsal) [18] montrent que les fibres IIb voient leur force diminuer rapidement après 2 minutes. Le fait que les vaisseaux se collabent par la contraction musculaire et l'épuisement des sources d'énergie locale sont souvent invoqués pour expliquer la chute de puissance. Pour les épreuves générales (activités), la consommation maximale d'oxygène peut devenir le facteur limitant. Ces durées sont fonction de l'entraînement (ou du désentraînement) et des potentialités de la personne.

“ Point important

L'endurance correspond à la fatigue, aussi de nombreux travaux se penchent sur les modalités de sa survenue, qui ne semblent pas identiques chez l'homme et chez la femme [19].

Caractéristiques de la personne à tester

Elles influencent le choix du bilan. Elles représentent aussi les critères d'inclusion ou d'exclusion. Différentes personnes sont rencontrées :

- les patients : la précocité de l'installation du déconditionnement neuromusculaire est d'autant plus rapide que les personnes sont alitées et immobilisées, s'éloignant de leur mode de fonctionnement habituel. Ce sont les fibres I les plus touchées (les muscles à vocation tonique, posturale). Les fonctions et activités d'endurance sont à tester en premier ;
- les personnes âgées : il faut aussi tester les fonctions et activités d'endurance car c'est l'utilisation majoritaire quotidienne de ces personnes. Cependant, leur capacité conservée

jusqu'à un âge avancé de se muscler, malgré l'involution des fibres rapides par disparition progressive des neurones moteurs de grande taille, ainsi que la sarcopénie, incitent à tester les fonctions et les activités force ;

- les enfants : leur système glycolytique étant immature, les épreuves de la fonction ou de l'activité force maximale ne sont pas adaptées. En outre, les phases de croissance peuvent perturber la structure musculaire ;
- les sédentaires : la faible mobilisation quotidienne de leur capacité peut masquer une désadaptation importante à l'effort ;
- les sportifs : le risque de surentraînement est à surveiller ; il se traduit par une baisse des performances dans les trois variables « force, vitesse, endurance » ;
- les opérateurs au travail : le risque de troubles musculosquelettiques est à surveiller. L'équation de Moore et Garb [20] utilisée à cet effet met en relation le pourcentage de la force maximale que l'opérateur met en jeu, et le rapport temps de travail-temps de repos.

Caractéristiques des structures anatomiques à tester

Elles influencent aussi le choix du bilan.

Certaines structures sont à tester préférentiellement en endurance. Par exemple les muscles à forte composante conjonctive et riches en fibres lentes, qui ont une fonction tonique, avec peu d'amplitude et un rôle continu, comme les muscles spinaux (Bogduk) [21]. Ce sont souvent des muscles avec un angle de pennation très important et un corps charnu bref. Il faut évoquer aussi les muscles profondément situés près des segments osseux, qui ont une fonction de stabilisation. De même, les muscles des membres inférieurs ont aussi une fonction permanente de soutien et de stabilisation de la posture.

À l'opposé, certaines structures sont à tester préférentiellement dans leur « rôle vitesse » ; par exemple, les muscles à faible composante conjonctive et riches en fibres rapides, qui sont dits phasiques (comme le triceps brachial avec 47 % de fibres II). Ce sont souvent des muscles avec un angle de pennation faible et un corps charnu long. Les muscles superficiellement situés, loin des segments osseux, ont davantage une fonction de mobilisation que les muscles profonds et leur rapidité mérite d'être explorée.

Les membres supérieurs ont un rôle fréquent de capture et de lancer. Ils doivent être véloces. Les tests utilisent les gestes en chaîne série où la vitesse est cumulée de chaînon en chaînon.

Les structures musculaires volumineuses, situées à la racine des membres, peuvent être testées dans le rôle « force » que leur autorise leur composante contractile importante. L'importance de cette composante contractile est souvent évaluée par la surface de la section transversale du muscle (*cross-sectional area*). Les tests utilisent les gestes en chaîne parallèle où la force des muscles situés de par et d'autre des fûts osseux est cumulée.

Les muscles biarticulaires se testent en isométrique car leur action est celle de sangle entre les deux articulations qu'ils couplent [22]. Leur structure est très tendineuse et elle n'autorise qu'un faible allongement passif et un faible raccourcissement actif. Cette structure ne leur permet pas de créer un mouvement rapide. La mise en œuvre de la mesure nécessite une opposition simultanée à leurs deux actions articulaires. Et c'est en course moyenne que leur potentiel actif peut être exploré.

Les muscles à forte composante conjonctive sont testés par la plyométrie. Ils sont plus nombreux aux membres inférieurs. Les tests utilisent souvent les gestes en chaîne parallèle où la restitution d'énergie élastique est cumulée de groupe musculaire en groupe musculaire.

Après avoir choisi les dimensions à évaluer, il reste à préciser les modalités du déroulement de l'épreuve.

■ Déroulement du bilan musculaire

Vérifications préliminaires

Avant de débiter le test, certaines fonctions sont à contrôler.

Fonction tonique du muscle

La pression sur le muscle donne des informations sur l'état de tension de repos : hypotonie (flaccidité), dystonie, hypertonie (contractures). Il existe une échelle à cinq grades de la palpation des tissus mous (Wolfe cité par l'Association française de recherche en kinésithérapie) [23].

Fonction extensibilité du muscle

Les hypo- ou les hyperextensibilités du complexe musculo-tendineux sont repérables par des dysmorphies ou des dysmobilités. L'étirement du muscle dans les trois plans de l'espace montre s'il est :

- hyperextensible (une scapula décollée en « aile d'ange » révèle une insuffisance du dentelé antérieur) ;
- hypoextensible avec des causes actives (hypertonie, contractures) ou des causes passives (accolements des plans de glissements, adhérences, perte d'extensibilité par non-sollicitation, etc.).

Fonction sensitive du muscle

Il s'agit de vérifier si les perceptions et sensations du mouvement sont normales, car leurs perturbations modifient l'expression de la force. En effet, déjà, en 1954, K. Bobath écrivait « l'acte moteur est toujours sensori-moteur... »

Le système neuromusculaire n'a pas seulement une fonction de producteur d'énergie mécanique, il a aussi une fonction sensorielle (Rieu) [24]. Comme l'énonce Fardeau [25] : « le muscle, ça cause aussi ». Cette « conscience musculaire », ce rôle de codage du mouvement (Berthoz) [26] est essentiel à la fonction motrice, comme la fonction motrice est essentielle à la sensibilité (J.-P. Roll in : Spicher) [27].

Fonction douleur

Parfois, la contraction entraîne des douleurs. Celles-ci inhibent, voire sidèrent la contraction volontaire. S'il est décidé cependant de réaliser un test, l'examineur évalue alors en fait la tolérance du sujet à supporter la douleur causée par la contraction. Les expériences menées sur les muscles abducteurs de l'épaule montrent qu'une infiltration donne un accroissement immédiat de la force (Ben Yshay). Cependant, d'autres auteurs (Forthomme cité par Codine) ne trouvent pas de changements.

Fonctions mentales

L'adhésion de la personne à l'épreuve (mot qui possède une dimension anxigène) mérite elle aussi une évaluation.

À cet égard, un bilan révélateur est celui de la kinésiophobie.

“ Point important

Un bilan révélateur est celui de la kinésiophobie.

Le « Tampa Scale of kinesiophobia » [28] ou le « Fear Avoidance Belief Questionnaire, 1 et 2 » (Chaory, Wadell) [29, 30] mesurent les craintes et réticences du sujet face aux efforts physiques. En effet, certains gains de force, spectaculaires par leur rapidité et leur amplitude, ne semblent guère s'expliquer autrement que par une levée de l'inhibition mentale face aux mouvements (Chatrenet) [31]. À l'opposé, la concentration et les mouvements imaginés favorisent le développement de la force (Yue) [32].

Variables à mesurer

L'échauffement est général, puis local selon l'importance des masses musculaires testées. Il est nécessaire pour s'adapter à l'inertie des systèmes énergétiques et mettre en route les systèmes cardiorespiratoires, enzymatiques et hormonaux, sans omettre la mise en condition « psychologique ».

Plus un muscle est superficiel et distal, plus il fait froid, plus l'échauffement est important.

Si le test porte sur la mesure de la force maximale, il est déconseillé de pratiquer des étirements avant l'épreuve car cela entraîne une capacité moindre du muscle à générer cette force (Portero) [33].

Modalités de l'épreuve

Les bilans musculaires concernent trois éléments : la force, la vitesse et la durée de l'effort. L'épreuve consiste à manipuler deux variables indépendantes et à mesurer la variable dépendante.

Pour le bilan de la force

L'examineur a deux méthodes possibles :

- les deux variables indépendantes fixées sont la vitesse (nulle pour l'isométrique, lente ou très lente pour l'isocinétique) et la durée de l'effort (courte ou brève) ; la variable dépendante mesurée est donc la force. Il doit disposer de dynamomètres statiques ou isocinétiques ;
- s'il ne dispose pas de dynamomètres, il fixe la vitesse du mouvement. Il fixe la durée du palier (de 3 secondes à 30 secondes). Il augmente progressivement la résistance, jusqu'à ce que la personne ne puisse plus effectuer le mouvement. Il note alors la valeur de la résistance maximale mobilisée.

Pour le bilan de la vitesse

L'examineur a deux méthodes possibles :

- les deux variables indépendantes sont la résistance (qui est représentée par un certain pourcentage de la RM) et la durée de l'effort (courte ou brève) et il mesure la variable dépendante qui est la vitesse. Il doit disposer d'appareils mesurant la vitesse du mouvement de façon directe (accéléromètres, capteurs de mouvements) ou indirectes (calcul par la distance et le temps) ;
- s'il ne dispose pas de ces appareils, il fixe la résistance. Il fixe la durée du palier (cf. supra). Il augmente progressivement la vitesse. Il note la valeur de la vitesse maximale atteinte.

Pour le bilan de l'endurance

L'examineur a trois méthodes possibles.

- 1^{re} méthode. Il fixe la puissance de l'effort (la résistance, qui est représentée par un certain pourcentage de la RM, et la vitesse du mouvement, qui est représentée par un certain pourcentage de la vitesse maximale [VM]). L'examineur mesure la durée de l'effort, celle-ci devant se situer au alentours de 2 minutes ou au-delà. C'est l'épreuve rectangulaire : par exemple : l'épreuve de Faulkner qui consiste en redressements du buste à partir de la position allongée) [34] ou l'épreuve de Biering-Sørensen qui consiste à maintenir le tronc horizontal le plus longtemps possible, ou encore le test d'appui monopodal en légère flexion. Parfois l'examineur laisse la personne gérer elle-même son effort. Il lui demande d'effectuer par exemple 30 accroupissements ou bien 10 passages assis-debout [35]. Il mesure la durée de l'effort.
- 2^e méthode. Il fixe la durée de l'effort et la vitesse, qui restent constantes. Il mesure la résistance. Le test sur appareil isocinétique avec un nombre donné de répétitions est un exemple classique. L'examineur peut aussi décider d'augmenter la résistance progressivement. C'est l'épreuve par palier, à puissance croissante. L'exemple le plus connu est le test d'effort sur cycloergomètre où la résistance (en Watts) est augmentée toutes les 2 minutes (ou pour certains toutes les minutes), la personne gardant une fréquence constante de pédalage (révolution par minute [rpm]). La puissance atteinte lors du dernier palier totalement réalisé est notée.
- 3^e méthode. Il fixe la durée de l'effort et la résistance qui restent constantes. Il mesure la vitesse. L'exemple le plus connu est le test de marche de 6 minutes (TM6), pendant lesquelles la personne doit parcourir la plus grande distance possible ; d'autres exemples sont le nombre maximal d'accroupissements en 45 secondes, le nombre maximal de

passages assis-debout pendant 1 minute (Association française pour la recherche et l'évaluation en kinésithérapie [AFREK]) [36]. L'examineur peut aussi décider d'augmenter la vitesse par palier. L'exemple le plus connu est le test navette où la vitesse de course est augmentée toutes les minutes de 0,5 km/h. La vitesse atteinte lors du dernier palier totalement réalisé est notée.

Malgré leur apparente similitude, ces épreuves sont différentes [37]. Les patients appréhendent différemment le fait d'avoir à effectuer une tâche définie pendant une durée indéfinie ou d'avoir à agir pendant une durée définie pour un effort indéfini.

Les épreuves où la puissance est fixée par l'examineur sont sécurisantes pour le patient car le risque de mauvais contrôle de l'effort et le risque de blessures sont moindres. En effet, il est difficile pour un patient de produire un niveau de puissance constant, même avec un *feedback* de contrôle. Cela est moins vrai pour les personnes entraînées. De plus, malgré ce qui est parfois encore dit, il est prouvé qu'une contraction maximale volontaire peut mettre en jeu toutes les unités motrices. À ce titre, des précautions s'imposent donc en cas de fragilité (Jones) [38]. Car, même s'il semble encore une fois que le sujet non entraîné ne réussisse pas à recruter toutes ses fibres (70 % seulement selon Guincestre) [39], le risque ne mérite pas d'être couru.

Épreuve libre ou preuve guidée ?

Les épreuves où le niveau de puissance n'est pas fixé par l'examineur sont choisies principalement pour 2 raisons : la personne qui est incapable de stabiliser son effort et le sportif qui préfère se fonder sur « ses sensations », et parfois pour des raisons techniques : par exemple, le TM6 nécessiterait un tapis roulant ou un accompagnateur pour fixer la cadence.

Épreuve maximale ou épreuve bornée ?

L'épreuve bornée se définit par l'étude des réponses de la personne face à un niveau calibré. Elle n'exige pas, a priori, un effort maximal de la personne. Par exemple, le test des 10 mètres de marche à vitesse confortable, le *step test* de Harvard en 5 minutes (1942), le *systolic tension time* [40], le test de Astrand-Ryhmung (1954) sur cycloergomètre pendant 6 minutes, le *physitest* qui consiste à monter 2 marches de 20,3 cm pendant 3 minutes, le pédalage à vitesse fixée pendant 2 minutes, la marche ou la course sur tapis roulant à vitesse constante pendant 3 minutes...

Les épreuves bornées sont souvent proposées dans le cadre de protocoles où le niveau de la personne par rapport à des seuils est vérifié. La détermination du seuil pose d'ailleurs inévitablement le problème des résultats limites et de leur interprétation.

Une épreuve maximale exige un effort maximal de la personne. Le caractère maximal de l'effort nécessite les précautions classiques : connaissance des contre-indications, respect des limites médicales ou chirurgicales liées à un risque éventuel de dommages, matériel adapté, surveillance après l'épreuve... À ce sujet, il existe un questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique disponible à la société canadienne de physiologie de l'exercice (cf. « Pour en savoir plus »).

“ Points importants

Attention, ce n'est pas ici la notion d'épreuve maximale dans l'acception classique de la *consommation maximale d'oxygène* qui est utilisée. La référence est l'*effort maximal* de la personne. Le thérapeute propose un acte moteur et il mesure le degré d'accomplissement de cet acte moteur. La notion d'effort maximal est peu retenue dans la CIF. Elle considère l'activité réalisée ou non, la structure « fonctionnant » ou non.

La reproductibilité demande des conditions identiques : même heure (la chronobiologie montre que la force suit un

rythme nyctéméral) [41], même jour de la semaine, même environnement : la température des locaux doit être semblable, le froid ayant un effet inhibant.

La transmission des consignes et la démonstration de l'acte moteur peuvent parfois favoriser une participation plus grande de la personne.

La possibilité de débiter par le côté controlatéral permet un apprentissage de l'épreuve et donne en outre une valeur de référence.

Afin d'éviter l'apnée inspiratoire lors d'épreuves difficiles, certains auteurs conseillent d'expirer pendant la phase concentrique et d'inspirer pendant la phase excentrique pour diminuer les effets de la manœuvre de Valsalva [42].

Les protocoles divergent quant aux encouragements. Certains les préconisent, d'autres les refusent. Les encouragements font partie des facilitateurs environnementaux selon la terminologie de la CIF et, à ce titre, modifient l'intensité de l'effort et amènent des difficultés pour la reproductibilité de l'épreuve. À l'inverse, il est assuré que les encouragements donnent une performance supérieure à la capacité, (toujours selon la terminologie de la CIF) et comme la finalité du test est de connaître les possibilités maximales du sujet, ils paraissent justifiés.

Aspects techniques

La récupération active et passive consiste en des massages, des agents physiques et les contractions à bas régime.

Ce temps de récupération est mis à profit pour réaliser le bilan subjectif et pour transmettre les informations sur la survenue de courbatures après l'effort (surtout pour les épreuves excentriques).

Bilans subjectifs de l'intensité de l'effort

La fatigue, qu'elle soit physique ou psychique, est étudiée. Il faut rappeler qu'elle n'a pas le même aspect chez l'homme et la femme [43]. D'après Monod [44] : « la fatigue peut être décrite comme une baisse transitoire de la capacité de travail, consécutive à l'activité musculaire et réversible par le repos ».

Le caractère maximal de l'effort ne se décline pas uniquement en termes de force, de vitesse ou d'endurance, mais aussi, comme le disent Monod et Flandrois [44] : « L'utilisation du terme effort n'est justifiée que si l'on ajoute à la composante physiologique de l'exercice musculaire une composante psychologique. L'effort est alors un engagement nécessaire du sujet qui lui permet de poursuivre l'exercice entrepris, qui comporte un certain degré de pénibilité pour lui et requiert toute son attention et sa volonté. »

“ Point important

L'utilisation du terme effort n'est justifiée que si l'on ajoute à la composante physiologique de l'exercice musculaire une composante psychologique.

C'est pour cette raison que *chaque* bilan musculaire s'accompagne d'une évaluation du ressenti du patient sur l'intensité de l'effort et sur la fatigue qui s'en suit.

Peuvent être utilisées par exemple une EVA de 0 à 10, ou bien encore l'indice de perception de la fatigue de Borg (1962) [45] qui présente des items de 6 à 20 (correspondant à la fréquence cardiaque : 6 correspond à 60 battements par minute, 7 correspond à 70 et ainsi de suite jusqu'à 20). Grappe a proposé récemment une échelle d'estimation subjective de l'intensité de l'exercice [46].

Signalons que P. Dotte [47], déjà en 1976, évoquait l'intérêt de la découverte de la perception de l'effort maximal chez le sujet à entraîner, en programmant un exercice « initiatif » sur les muscles sains.

Transcription des résultats

Souvent, les valeurs du premier test ne sont pas conservées, car elles reflètent fréquemment l'approche et l'acquisition par le sujet des modalités de l'examen.

La mesure sert à situer l'écart de la personne :

- par rapport à un objectif, par rapport à une norme : cela est surtout vrai pour les sportifs ou les adultes jeunes, car les normes pour les autres catégories sont difficiles à trouver (pour les personnes âgées par exemple) ;
- par rapport à elle-même : par rapport à un état antérieur, par rapport au côté controlatéral. La fonction antagoniste est testée car elle est intimement liée et le ratio agoniste/antagoniste est incontournable dans l'analyse d'un dysfonctionnement gestuel (Croisier) [48].

Deux types de données sont recueillies.

Données quantitatives, continues

Pour chaque bilan, les valeurs des trois variables doivent apparaître :

- le moment résistant, ou le poids de la masse maintenue ou déplacée (qu'il s'agisse d'une charge extérieure ou du poids du corps en partie ou en totalité) (en Nm). Certains auteurs cherchent à ramener la force à la quantité de la masse maigre du sujet, voire à la rendre indépendante du poids du sujet (Mac Ardle) [49] ;
- la vitesse moyenne (car la mesure de l'accélération, linéaire ou angulaire est encore délicate) ;
- la durée de l'acte moteur (ou le nombre de répétitions), avec comme déduction la quantité de travail en joules et la puissance en Watts. Par exemple le test « *get up and go* » chronométré, devient le « *timed up and go* (TUG) » et est utilisé dans un algorithme (Haute autorité de santé [HAS]) [6]. Les résultats sont en valeur absolue (comme dans le TM6) ou en valeur relative, de progression ou de régression.

Données qualitatives, ordinales

Les épreuves sont cotées en échelle de réalisation, avec différents grades. L'exemple le plus simple est 0 pour l'échec et 1 pour la réussite (par exemple pouvoir se relever ou non après un accroupissement). Il existe six niveaux dans l'évaluation manuelle internationale (le *testing*). Chaque niveau est arbitraire ; les cotations de 0 à 5 ont des intervalles non équidistants. La définition des cotations 2 (sans pesanteur), 3 (avec pesanteur) et 4 (contre résistance moyenne) amène des écarts extrêmement différents pour les extenseurs du genou, et les extenseurs du poignet. Il faut éviter de rajouter de l'incertitude en utilisant les plus et les moins.

Il existe parfois des points : dans le score de Constant orienté vers les pathologies de l'épaule, la force des muscles abducteurs de l'articulation scapulo-humérale s'additionne de deux points par kg maintenu en isométrique à l'horizontale à 90° d'abduction, avec un maximum de 25 points.

La CIF propose cinq niveaux pour les déficiences de fonctions ou les limitations d'activités :

- pas de problème (ou négligeable) 0-4 % ;
- problème léger (faible) 5-24 % ;
- problème modéré (moyen) 25-49 % ;
- problème grave (élevé) 50-95 % ;
- problème entier 96-100 %.

Réévaluation

Elle se justifie par la recherche d'une nouvelle information (suite aux changements de l'état du sujet, à l'aggravation ou la rémission de la pathologie, à une modification du traitement), ou pour faciliter la collaboration du patient.

Le délai entre les tests est différent selon la prédominance de la filière énergétique de l'épreuve et l'importance de la dépense énergétique totale (Cazorla) [50], ainsi que par l'inquiétude de la personne face à ses résultats.

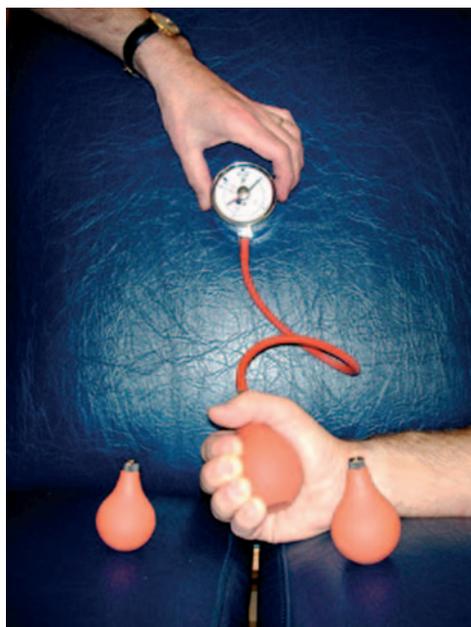


Figure 4. Poire dynamométrique. Ce dynamomètre s'adapte à toutes les mains.



Figure 6. Kinédyne®. Les cages de poulie ne sont pas assez rigides.



Figure 5. Microfet®. Ce dynamomètre présente plusieurs embouts.

■ Fonction force maximale volontaire isométrique durée brève

C'est la 1 RM statique, qui est un effort maximal pendant environ 5 secondes.

Les matériels de mesure utilisés sont les dynamomètres statiques et l'appréciation manuelle qualitative du thérapeute.

Les *dynamomètres statiques* sont à pression : brassard à tension [51], poire dynamométrique (Fig. 4), Myostat® Microfet® (Fig. 5), balance, ressort, plate forme de force. Ils sont aussi à traction : ressort, élastiques calibrés, peson, Kinédyne® (Fig. 6) BTE Dynatrac®.

Un exemple de test : les *tests de préhension* (Fig. 7 à 9). Attention au type de sollicitation que la personne développe. En effet, le recrutement des unités motrices est différent si le sujet réalise sa contraction isométrique comme s'il imagine accélérer la charge, ou s'il se met en pré-tension et augmente progressivement son effort. Il faut garder en mémoire que « le cerveau ne connaît pas de muscles, il ne connaît que des mouvements » [52].

Pour l'appréciation manuelle qualitative du thérapeute, un exemple de test est le *break test*. Le thérapeute demande à la personne de *pousser* au maximum : dans ce cas, le thérapeute, qui devient l'instrument de mesure, doit être *en mesure* d'offrir une résistance égale à la force de la personne. De plus, il doit qualifier la résistance qu'il oppose au sujet.



Figure 7. Dynamomètre quantifiant le signe de Froment.

Une variante consiste à demander à la personne de *résister* à la poussée du thérapeute. Ce mode de sollicitation s'apparente à une épreuve guidée car c'est le thérapeute qui gère l'effort, ce qui est plus sécurisant.

Épreuve par paliers

L'examineur choisit une charge qui se rapproche le plus près possible du maximum présumé et il progresse ensuite par paliers jusqu'à l'impossibilité de réaliser l'exercice. Naturellement, la fatigue perturbe l'évaluation et il est parfois nécessaire de reporter la deuxième évaluation aux jours suivants.

Épreuve rectangulaire

Le test présenté est une mesure indirecte de la RM par extrapolation mathématique.

L'examineur choisit une charge assez proche du maximum présumé. Il établit un rapport temps de travail/temps de repos. Il comptabilise le nombre de répétitions du maintien. Il répète



Figure 8. Dynamomètre utilisable par les non-voyants.



Figure 9. Dynamomètre adaptable à différentes mains et différentes prises.

l'épreuve deux ou trois fois avec des charges différentes. Avec les deux ou trois valeurs recueillies (par exemple la 3 RM, la 5 RM, la 7 RM), il déduit « une approximation de la force maximale théorique » en reconstituant la courbe force-temps [53]. Il se sert de la relation entre le nombre de répétitions du maintien et le pourcentage utilisé de la force maximale de la personne (Fig. 10). Chauvin [54], dans les années 1980, a donné un tableau d'équivalence entre le nombre de contractions isométriques réalisées par le sujet et le pourcentage de force correspondant.

Prevost [55] propose diverses méthodes de calcul, avec leurs intérêts et leurs limites, citant Westcott (1996) qui estime cette approximation discutable, malgré les travaux antérieurs de Carpinelli en 1994.

En pratique, ces calculs de la 1 RM théorique sont difficilement transposables d'un groupe musculaire à un autre, d'une position à une autre et d'un sujet à un autre. Aussi ces tables sont peu utilisées.

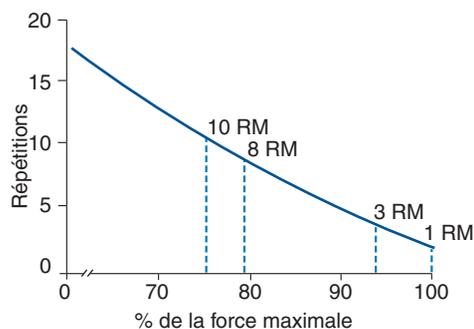


Figure 10. Équivalence du nombre de répétitions et du pourcentage de la force maximale pour un profil force vitesse donnée (résistance maximale [RM]) (Sale et Mac Dougall, 1981).

Épreuves triangulaires

En fait, c'est une variante de l'épreuve par palier avec des paliers de très brèves durées.

L'examineur augmente progressivement le moment résistant jusqu'au maximum de la personne.

Exemples de tests :

- l'évaluation de la force des muscles droits de l'abdomen par le maintien de la rectitude lombaire lors de l'abaissement des membres inférieurs du zénith vers l'horizontale. Certains auteurs mettent en doute la fiabilité de cette épreuve pour mesurer la force des muscles abdominaux. Ils pensent que l'épreuve est plus révélatrice de la capacité à maintenir le rachis lombaire en rectitude ;
- l'évaluation de la force des muscles rotateurs latéraux de l'épaule par la mise en tension progressive des élastiques réalisée par le déplacement latéral du corps (les élastiques étant calibrés au préalable).



“ Point important

Quand l'effort est très bref, inférieur à 1 seconde, ou autour de la seconde, le terme de force explosive ou d'impulsion est retenu. Cette impulsion est d'autant plus grande que la durée est brève.

■ Fonction force maximale isométrique durée courte

Elle est comprise entre la 5 RM et la 10 RM. C'est un effort maximal d'une durée de 10 à 30 secondes environ.

Le matériel de mesure comprend les *dynamomètres statiques*.

Il est nécessaire de préciser au sujet la durée de l'épreuve, ou le nombre escompté de répétitions, afin qu'il puisse gérer son effort. L'examineur lui donne l'ordre de grandeur de ce nombre (30 secondes ou cinq à six répétitions).

À noter que Bigland-Ritchie en 1978 (in : Jones) remarquent qu'une contraction maximale de plus de 30 secondes devient douloureuse. Selon Jones (op cit [38]) : « Faire des efforts maximaux brefs et répétés semble être plus facile que d'essayer de maintenir une contraction isométrique soutenue. »

■ Fonction force maximale isocinétique durée brève

C'est la 1 RM dynamique, qui est un effort maximal pendant environ 5 secondes. Le mode concentrique est plus souvent testé que le mode excentrique.

Les matériels de mesure comprennent :

- les *dynamomètres isocinétiques rotateurs* (Fig. 11). Exemple de test : l'extension du genou. La vitesse programmée sur



Figure 11. Dynamomètres isocinétiques rotatoires. Le dynamomètre teste les agonistes et antagonistes dans toute la course.

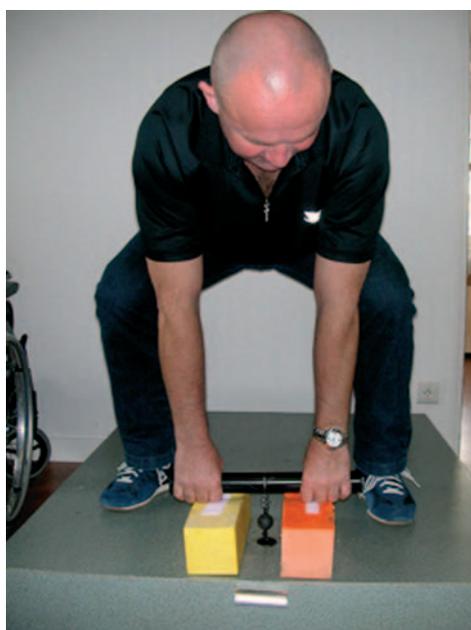


Figure 12. Dynamomètre à filin pour évaluer la force de levage.

l'appareil est lente, par exemple 60/s. Le nombre de mouvements oscille entre 3 et 5, car la personne n'exprime pas toujours sa force maximale lors de la première répétition ;

- les *dynamomètres isocinétiques à filin*. Exemple de test : le geste de soulever (Fig. 12, 13). La vitesse de déroulement du filin est lente (autour de 1 m/s) ;
- la *main du thérapeute*. Exemple de test : l'évaluation manuelle internationale. L'évaluation est qualitative pour les cotations 4 et 5, liée à l'appréciation du thérapeute. Pour les cotations 2 et 3, la valeur du moment résistant est connue.

Épreuves par paliers

Exemples de tests :

- les charges directes : l'examineur augmente la charge progressivement jusqu'à l'impossibilité de réaliser une deuxième répétition. Il faut remarquer que la vitesse du mouvement lors de la recherche de la 1 RM dynamique est rarement précisée (elle est supposée très lente) ;
- les charges indirectes : Willems a montré que l'utilisation des circuits charges-poulies modifiait considérablement la valeur des charges que la personne devait déplacer ; aussi leur emploi lors des évaluations est à bannir.

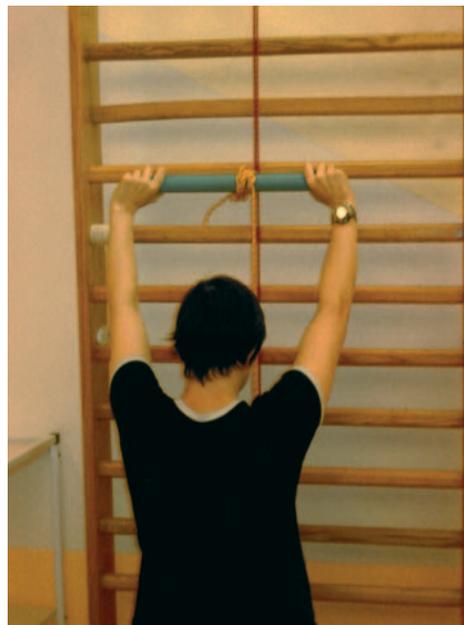


Figure 13. Dynamomètre isocinétique à filin. Le mouvement doit être calibré.

Épreuves rectangulaires

C'est la procédure identique à celle de la 1 RM isométrique. Berger a communiqué une table de correspondance en 1961, vérifiée par Bélanger et al. en 1984, modifiée par Viel en 1985 [40].

■ Fonction force maximale isocinétique durée courte

Elle est située de la 5 RM à la 10 RM. Les procédures sont identiques. La vitesse du mouvement est augmentée, ainsi que le nombre de répétitions afin d'obtenir un effort dont la durée se situe entre 10 et environ 30 secondes.

■ Fonction vitesse maximale (avec ou sans plyométrie) durée brève

C'est une épreuve qui évalue les capacités maximales d'accélération sur une durée inférieure à 5 secondes.

Matériels de mesure :

- la vitesse est calculée par la distance parcourue et le temps nécessaire pour la parcourir. Plusieurs technologies existent, de la plus simple à la plus élaborée pour mesurer la distance parcourue. Les déplacements des segments corporels sont enregistrés directement ou indirectement par des cellules photoélectriques, par des enregistrements vidéo (Vikon®, Elite®), par des ultrasons (Zébris®), par les plates-formes de force ;
- l'accélération, qu'il serait plus rigoureux de prendre en compte, est mesurée par les accéléromètres pour les mouvements linéaires (Myotest®) et des gyroscopes pour les mouvements angulaires [56] ;
- certains dynamomètres dits « isocinétiques » possèdent la fonction iso-inertielle : l'examineur fixe la résistance constante et l'appareil mesure la vitesse instantanée du déplacement (actuellement, ces appareils ne mesurent que des vitesses assez faibles, mais suffisantes si la résistance fixée est considérée importante pour la personne). Il est à noter que les vitesses des gestes sportifs peuvent atteindre 9 000 m/s (Albert) [17] et sont donc au-delà des technologies quotidiennes de mesure ;

- pour les manomètres anéroïdes, les muscles inspireurs ou expirateurs peuvent aussi être testés en mesurant la pression maximale inspiratoire ou expiratoire à la bouche ; la durée de l'effort est inférieure à 500 m/s.

Exemples de tests :

- le test du coup de pédale unique sur le cycloergomètre à friction (Alayon 1974, Pirnay 1979, Simoneau 1983). La distance parcourue est mesurée ;
- le développé-couché avec des charges autour de 35 à 50 % de la 1 RM (Jidovtseff) [57]. La hauteur de lancer de la barre lestée est mesurée. Cet exercice est difficile car une chaîne parallèle est davantage conçue pour produire de la force que de la vitesse ;
- la projection d'un objet, avec ou sans plyométrie, dans les sports de lancer (poids, disque, ballon lesté) ou dans les sports de raquettes. La distance parcourue par l'objet est mesurée. Cette mesure est moins précise que le déplacement vertical pur de la barre lestée. Selon ses moyens, le thérapeute peut mettre en place des guides du déplacement de l'objet (plan incliné, glissières...).

Attention, en l'absence de freinage passif manuel ou mécanique lors des mouvements à très haute vitesse. Dans ce cas, un freinage actif par le patient grâce à la contraction excentrique des muscles antagonistes du mouvement est nécessaire afin de décélérer le segment corporel. Or, si la vitesse est élevée et que la masse du segment corporel est grande, la sollicitation excentrique des muscles antagonistes peut être intense, les phénomènes de coactivation des antagonistes sont d'autant plus importants que la vitesse est grande.

■ Fonction vitesse maximale durée courte

Elle se situe entre 10 et 30 secondes.

Matériels de mesure : ce sont les mêmes que pour la fonction vitesse maximale iso-inertielle brève.

Un test très répandu est le test de Wingate. Il consiste pendant 30 secondes à accélérer le plus possible un volant d'inertie (roue avec un frein à friction) sur un cycloergomètre.

Les tests cités plus haut sont utilisables en réduisant la charge et en augmentant le nombre de répétitions.

■ Fonction endurance maximale : maintien de positions ou répétitions d'actions cycliques

Sa durée oscille entre 2 à 6 minutes, voire 8 minutes pour les personnes très entraînées.

Matériel de mesure : ils comprennent les instruments de mesure du temps, de la résistance et de la vitesse, avec entre autres les dynamomètres isocinétiques rotatoires et les dynamomètres isocinétiques à filin :

- les dynamomètres isocinétiques rotatoires. Ils mesurent la force développée lors d'un mouvement monoarticulaire. La personne exécute un nombre fixé de répétitions d'un mouvement à intensité maximale. La vitesse choisie est relativement élevée, sinon la personne est trop rapidement fatiguée. Le nombre de répétitions est annoncé à la personne afin qu'elle dose son effort. La personne étant toujours à intensité maximale, la force décroît de façon non linéaire au fur et à mesure des répétitions. À partir des résultats obtenus, trois manières de calculer un indice d'endurance sont possibles :
 - il est retenu le numéro de la répétition où la force développée n'atteint plus qu'un certain pourcentage de la force initiale (par exemple la moitié de la force de la première répétition) ;
 - il est retenu le pourcentage de la force développée lors de la dernière répétition ;
 - il est calculé le ratio entre la somme de la force développée lors de la première moitié des répétitions et la somme de

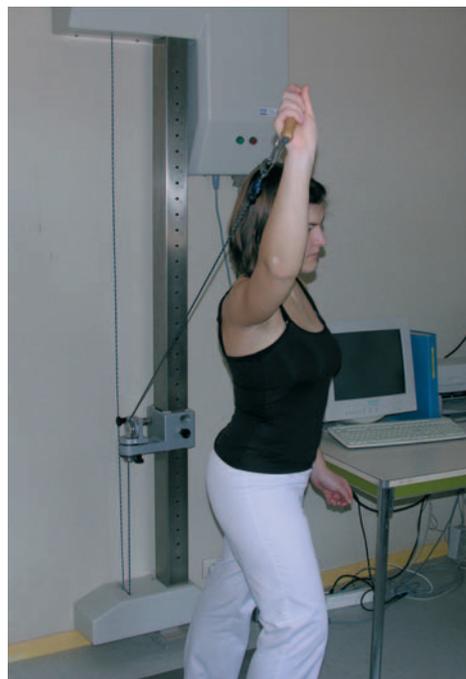


Figure 14. Dynamomètre isocinétique à filin. Ils ne permettent pas encore les vitesses élevées.

la force développée lors de la seconde moitié des répétitions. Cette façon de calculer lisse les niveaux irréguliers de force développée par la personne ;

- les dynamomètres isocinétiques à filins (Fig. 14). Ils mesurent la force développée lors des mouvements pluriarticulaires en chaîne série ou en chaîne parallèle. Cette dernière produisant des mouvements relativement moins rapides que ceux des chaînes séries, est testée avec des vitesses plutôt rapides, sinon elles s'épuisent dans un temps trop bref.

Épreuves rectangulaires

Après avoir décrit les tests d'endurance à durée et vitesse fixées, voici quelques exemples de tests d'endurance à résistance et vitesse fixées.

L'examineur a le choix entre une épreuve avec ou sans temps de repos. Plus l'épreuve se rapproche de l'acte moteur habituel de la personne, plus elle sera spécifique.

Exemples de tests dynamiques :

- le test de Faulkner, qui consiste à effectuer 25 redressements du buste par minute ; les doigts touchent la marque indiquée. Si la personne réalise 75 mouvements, l'épreuve est arrêtée [34] ;
 - le développé-couché, avec une charge classiquement supérieure à 60 % de la 1 RM supposée (Jidovtseff) [57] ;
 - le tirage des membres supérieurs ; la personne est allongée sur le ventre et soulève une barre lestée.
- Exemples de tests statiques continus, sans temps de repos :
- le test de Biering Sørensen ;
 - le test de Ito pour les droits de l'abdomen ;
 - l'épreuve « chaise sans assise » dos contre un mur pour les extenseurs de genou ;
 - le test des fléchisseurs ou extenseurs du cou dans la même configuration respectivement que celle des tests de Ito et de Biering-Sørensen (les muscles du cou travaillent intensément en isométrique afin de stabiliser la tête lors des changements rapides de vitesse du corps) ;
 - le test de maintien sur le quadriland (l'autocuisseur de Dotte).

Il reste à évoquer les tests d'endurance à durée et résistance fixées. L'examineur mesure la distance parcourue par la charge ou la vitesse moyenne de mobilisation de cette charge. Il peut



“ Point important

Si la personne résiste moins de 30 secondes à tous ces tests, ils deviennent des tests de la fonction « force ». En revanche, si le temps de maintien dépasse les 4 minutes, c'est davantage la fonction persévérance qui est testée.

utiliser la fonction iso-inertielle de certains dynamomètres dits « isocinétiques » et ainsi observer la décroissance de la vitesse du mouvement au fil des répétitions.

Épreuves par paliers

Il est possible de mettre un certain nombre de ces tests statiques sous forme de palier.

Pour les tests dynamiques, l'examineur augmente progressivement la vitesse du mouvement jusqu'à ce que le patient ne puisse plus suivre la cadence.

■ Activité force maximale

Le lecteur ayant saisi la logique d'organisation de la CIF, ce chapitre ne sera pas traité car il reprend les mêmes bases. Les tests qui ont leur place ici sont classés selon : la durée (brève ou courte), le mode (isométrique ou isocinétique), la forme (par palier ou rectangulaire), soit 6 catégories. La seule différence avec les tests de la « fonction force » est qu'ils mettent en jeu plus de 30 % de la masse musculaire.

■ Activité vitesse maximale (avec ou sans plyométrie) durée brève

Le matériel de mesure comprend les instruments de mesure de la distance et du temps et les accéléromètres :

- les *instruments de mesure de la distance (longueur ou hauteur) et du temps*. Certains ont déjà été cités dans le chapitre Fonction vitesse maximale. Avec, en outre, l'Opto jump® et l'Ergo jump® qui mesurent la vitesse de déplacement du corps. Les technologies liées au GPS supplantent les podomètres peu précis. Ils apportent, pour les épreuves de terrain, des perspectives intéressantes, avec une connaissance précise de la distance et du dénivelé [58] ;
- les *accéléromètres*. Leur utilisation souffre encore de difficultés techniques. Les accéléromètres installés sur les barres à mouvement linéaires sont à l'étude.

Exemples de tests :

- le test de Sargent-Lewis (*squat jump*) ; il consiste à sauter verticalement à partir d'une position fléchie à 90°, sans contre-mouvement. Il existe des variantes, par exemple celle d'Abalakow (1979) ;
- le saut en contre-mouvement (*counter-mouvement jump*) ; c'est le test de Sargent avec un effet plyométrique ;
- le saut en contrebas (*drop jump*) ; c'est un saut à partir d'une certaine hauteur, suivi d'un rebond immédiat ;
- les sprints de 30, 40, ou 45 m départ lancé (Q-AAP 1975 Canada) ;
- la montée d'escaliers (Margaria-kalamen 1966, Georgesco 1977, Bosco 1983, Ferretti 1987, Hertogh 1991) ;
- le saut en longueur sans élan ;
- l'arraché, l'épaulé-jeté de l'haltérophile ;
- et tous les autres mouvements sportifs brefs.

■ Activité vitesse maximale (avec ou sans plyométrie) durée courte

Les matériels de mesure sont les mêmes que pour les épreuves brèves.



Figure 15. Cycloergomètre à bras. Les amputés des membres inférieurs sont testés en endurance sur cet appareil.

Exemples de tests :

- tous les tests cités plus haut, mais répétés sur environ 10 à 30 secondes ;
- les sprints plus longs : 60 à 100 m ;
- les sauts à rebonds (Bosco, Georgesco, 1977) : ce test consiste en rebonds verticaux successifs avec un temps au sol le plus bref possible entre deux bonds (in : Harichaux) [40] ;
- les accroupissements...

Épreuve rectangulaire ou par paliers

Ce sont les mêmes tests, mais avec une puissance imposée.

Exemple de test : les sauts verticaux avec un contrôle de la vitesse verticale de la personne grâce à une hauteur matérialisée par un fil qu'elle doit venir toucher avec la tête (ou la main) après un saut avec ou sans élan. L'examineur choisit le saut avec ou sans mouvements des bras (Le Boulch) [59].

■ Activité endurance maximale

Contrairement aux tests de la fonction endurance, les tests de l'activité endurance impliquent une fatigue générale, mettant en jeu l'appareil cardiorespiratoire, ainsi que les ressources énergétiques, mesurées entre autres par la consommation maximale d'oxygène. L'examineur choisit de mesurer un des trois paramètres : résistance, durée, vitesse.



Épreuves par paliers

Exemples de tests :

- le test de soulèvement et de dépose de charges croissantes : le *progressive iso-inertial lift exercise (PILE)* [60]. La personne soulève du sol jusqu'à la hauteur de son bassin et redépose au sol une caisse vide puis progressivement remplie. L'examineur fixe la vitesse (4 mouvements par 20 secondes) et augmente progressivement la résistance par adjonction de charges de 5 kg pour les hommes et de 2,5 kg pour les femmes. Le mouvement est poursuivi sans temps de repos jusqu'à impossibilité de suivre la cadence et/ou de soulever la charge. Les valeurs habituelles en rééducation se situent entre 45 et 60 % du poids du corps ;
- le cycloergomètre à bras (Fig. 15). Le nombre de révolutions par minute est fixé. Les paliers sont de 10, 20 ou 50 W toutes les 2 ou 3 minutes ;
- le test d'effort sur vélo, sur rameur, sur tapis roulant, incliné ou non, en marche avant ou en marche arrière selon les groupes musculaires à interroger. Dans ce dernier exemple, le poids du sujet rentre en compte ; il peut modifier la vitesse réelle du tapis ;
- le test navette de Luc Léger [61]. Il consiste à faire des allers-retours de 20 m en accélérant à chaque fois de 0,5 km/h ; le





Figure 16. Mouvement de *pull over*. Ce mouvement teste les abaisseurs du bras en excentrique en course externe.

temps pour faire ces 20 m est donné par un bip sonore, et la cadence des bips augmente. Le premier palier correspond à une vitesse de 8 km/h, c'est-à-dire que les deux premiers bips sont espacés de 9 secondes, que le temps entre le 2^e et le 3^e bip est de 8,47 secondes, etc. ;

- le test de Léger Boucher suit le même principe sur 50 m, avec une vitesse qui augmente de 1 km/h toutes les 2 minutes ;
- le test VAM-EVAL (vitesse aérobie maximale-évaluation). Il se réalise sur une piste de 400 m avec une vitesse augmentée de 0,5 km/h toutes les minutes.

Épreuves rectangulaires

Exemples de tests à durée et résistances fixées :

- le test des six minutes de marche : des variantes sur la durée sont proposées : 3, voire 2 minutes de marche. Il est possible de la réaliser en courant [62]. Pour les personnes âgées, même si la notion de seuil est difficile à cerner, la vitesse en dessous de 0,65 m/s semble être un indicateur de fragilité [63] ;

- toutes les activités semblables peuvent être proposées : vélo, natation, course à pied, aviron, etc.

Exemples de tests à résistance et vitesse fixées :

- le *push up* : cela consiste à se soulever sur les bras à partir d'une position assise, jambes tendues ou non ;
- les *dips* : cela consiste à se soulever sur les bras à partir d'une position genoux au sol ;
- le *pull-over* (Fig. 16) ; la personne est allongée. Elle tient un ballon lesté sur son ventre et elle va le placer derrière sa tête selon l'amplitude fixée par l'examinateur ;
- les tractions verticales à la barre d'espalier ;
- les extensions des bras en appui facial (les pompes) ;
- le soulever de charges ;
- les accroupissements ;
- les sauts verticaux à hauteur fixée (Bosco) [64].

L'examinateur peut laisser la personne gérer son effort et lui demander un acte moteur présumé durer autour de 2 minutes, par exemple une distance à parcourir (de 50 mètres à plusieurs centaines de mètres).

■ Des bilans pour le thérapeute ou pour le patient ?

Chaque profession développe ses propres instruments de mesure, évaluant les éléments (structures-fonctions, activités, participations) sur lesquels elle est censée agir. La kinésithérapie a pour objet de traiter le mouvement, comme son nom l'indique. Elle se doit donc de prouver son efficacité sur le fonctionnement de la personne.

Cependant, les bilans qui lui sont proposés viennent trop souvent d'autres corps de métier. Ces bilans correspondent aux

attentes et aux questionnements des autres professions, privilégiant leur vision du problème de santé.

Or, le bilan final est celui de la satisfaction du patient. Il n'est pas forcément corrélé aux progrès objectifs démontrés par les bilans des thérapeutes, y compris les bilans musculaires. Les bilans doivent donc prouver à la fois l'efficacité de l'acte thérapeutique et leur utilité pour le patient. Leur fiabilité et leur validité doivent être prouvées pour échapper à la boutade bien connue : « la réussite aux tests démontre surtout la capacité à réussir les tests » Merck (1996) [65].



■ Références

- [1] *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé*. Genève: Organisation mondiale de la santé; 2001.
- [2] Jette AM. Toward for a common language for function, disability, and health. *Phys Ther* 2006;**86**:726-34.
- [3] GIFFOCH. groupe international francophone pour la formation aux classifications du handicap consulté le 3 septembre 2007. <http://www.giffoch.org>.
- [4] Charpentier P, Aboiron H. Évaluation et rééducation. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-006-B-10, 2000.
- [5] Bouisset S, Maton B. *Muscles, postures et mouvement*. Paris: Hermann; 1995 (135p).
- [6] *Masso-kinésithérapie dans la conservation des capacités motrices de la personne âgée à domicile*. HAS/service des recommandations professionnelles; avril 2005.
- [7] Pang MY, Harris JE, Eng JJ. A community-based upper-extremity group exercise program improves motor function and performance of functional activities in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;**87**:1-9.
- [8] Massiot M, Aboiron H. Évaluation et rééducation. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-005-B-10, 2005.
- [9] Jacobs DR, Hahn LP. Validity and reliability of short physical activity history: cardia and the Minnesota heart health program. *J Cardiopulmonaryrehabil* 1989;**9**:448-59.
- [10] Kasari D. Effects of exercise and fitness on serum lipids in college women. [unpublished master's thesis], University of Montana, 1976.
- [11] Boisseau N. In: *Nutrition et bioénergétique du sportif*. Paris: Masson; 2005. p. 20-6.
- [12] Didier JP. In: *La plasticité de la fonction motrice*. Berlin: Springer-Verlag; 2004. p. 285-316.
- [13] Rantanen T, Guralnik JM, Sakari-Rantala R, Leveille S, Simonsick EM, Ling S, et al. Disability physical activity and muscle strength in older people: the WHAS. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;**80**:130-5.
- [14] Katz S, Downs TD, Ford AB. The index of independence in activities of daily living (ADL). *JAMA* 1963;**185**:914-9.
- [15] Lepers R, Millet G. Influence des facteurs neuromusculaires sur la performance au cours d'épreuves cyclistes prolongées. UFR STAPS Dijon Symposium, Toulouse, 2003 consulté le 18/09/2007 sur <http://www.u-bourgogne.fr>.
- [16] Chanussot JC. Neurophysiologie : mise en perspective de la rééducation sensori-motrice. <http://sfk.kinemedia.fr>.
- [17] Albert M. *Entraînement musculaire et isocinétisme excentriques*. Paris: Masson; 1997.
- [18] Richard D, Orsal D. In: *Neurophysiologie : motricité et grandes fonctions du système nerveux central (tome 2)*. Paris: Nathan; 1994. p. 22.
- [19] Clarck BC. Sex differences in muscle fatigability and activation pattern of the human quadriceps femoris. *Eur J Appl Physiol* 2005;**94**:196-206.
- [20] Moore JS, Garb A. The strain index: a proposed method to analyse jobs for risk of distal upper extremity disorders. *Am Ind Hyg Assoc J* 1995; **56**:443-58.
- [21] Bogduk N. *Anatomie clinique du rachis lombal et sacré*. Paris: Elsevier; 2006.
- [22] Trudelle P. <http://www.kinescoop.com/physio.htm> consulté le 11/02/2007.
- [23] Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB, Bennett RM, Bombardier C, Goldenberg DL, et al. The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the Classification of Fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Rheum* 1990;**33**:160-72.
- [24] Rieu M. *La plasticité humaine ou le secret de la performance. Conférence pour l'université de tous les savoirs*. Paris: éditions Odile Jacob; 2002.
- [25] Fardeau M. *L'homme de chair*. Paris: éditions Odile Jacob; 2005.

- [26] Berthoz A. *Le sens du mouvement*. Paris: éditions Odile Jacob; 1997.
- [27] Spicher C. *Manuel de rééducation sensitive du corps humain*. Paris: Médecine et Hygiène; 2003.
- [28] Tampa Scale of kinesiophobia. Consulté sur l'internet au www.vachronicpain.org.
- [29] Chaory K. Croyances et attitudes du lombalgique face à l'activité physique et professionnelle : évaluation dans deux populations par l'échelle FABQ. [thèse de médecine], Paris-Pitié salpêtrière, 2002.
- [30] Waddell G, Newton M, Henderson I, Somerville D, Main CJA. Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain* 1993; **52**:157-68.
- [31] Chatrenet Y. Entraînement en redressement axial chez les lombalgiques chroniques. *Kinésithér Rev* 2006(n°50):35-41.
- [32] Yue G, Cole KJ. Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *J Neurophysiol* 1992;**67**:1114-23.
- [33] Portero P. Le stretching : de la recherche aux applications. Conférence sur <http://Sfk.kinemedi.fr>.
- [34] Faulkner RA, Sprigings EJ, McQuarrie A, Bell RD. A partial curl-up protocol for adults based on an analysis of two procedures. *Can J Sport Sci* 1989;**14**:135-41.
- [35] Csuka M, McCarty DJ. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med* 1985;**78**:77-81.
- [36] <http://www.afrek.com/>.
- [37] Pilat C, Cossalter B. Étude comparative du test de marche de six minutes, du test de navette et de l'épreuve maximale sur cycloergomètre. *Kinésithér Ann* 2005(n°44-45):33-40.
- [38] Jones D, Round J, Haan A. *Physiologie du muscle squelettique : de la structure au mouvement*. Paris: Elsevier; 2005.
- [39] Guinestre JY, Sesboue B, Cavelier V, Hulet C. Principes, usages, mésusages et risques du renforcement musculaire. *J Traumatol Sport* 2005;**22**:236-42.
- [40] Harichaux P, Medelli J. In: *VO₂ max et performance*. Paris: éditions Chiron; 1996. p. 45-6.
- [41] Reinberg A. *Les rythmes biologiques*. Paris: Flammarion; 1994.
- [42] ACSM. *Guidelines for graded exercise testing and prescription*. Baltimore: Lea and Febiger; 1995.
- [43] Hunter SK. Supra spinal fatigue does not explain the sex difference in muscle fatigue of maximal contractions. *J Appl Physiol* 2006;**101**:1036-44.
- [44] Monod H, Flandrois R. *Physiologie du sport*. Paris: Masson; 2003.
- [45] Borg G. A simple rating scale for use in physical work tests. *Kgl Fysiogr Saellsk Lund Foerth* 1962;**32**:7-15.
- [46] Grappe F. *Cyclisme et optimisation de la performance*. Bruxelles: De Boeck; 2005.
- [47] Dotte P. Force musculaire et musculation en kinésithérapie. *Ann Kinésithér* 1976;**3**:213-34.
- [48] Croisier JL, Crielaard JM. Exploration isocinétique : analyse des courbes. *Ann Réadapt Méd Phys* 1999;**42**:497-502 (538-45).
- [49] MacArdle W, Katch F, Katch V. *Physiologie de l'activité physique*. Paris: Maloine; 2001.
- [50] Cazorla G, Leger L. Les filières énergétiques : quoi de neuf? Colloque, Bruxelles du 27/11/2004 disponible sur l'internet <http://www.sporteval.be>.
- [51] Cole B, Finch E, Gowland C, Mayo N. *Instruments de mesure des résultats en réadaptation physique*. Association canadienne de physiothérapie; 1995 (220p).
- [52] Collet C. *Mouvements et cerveau. Neurophysiologie des activités physiques et sportives*. Bruxelles: De Boeck; 2001.
- [53] Sale D, MacDougall D. Specificity in strength training: a review for the coach and athlete. *Can J Appl Sport Sci* 1981;**6**:87-92.
- [54] Chauvin C. Le renforcement musculaire par le travail statique intermittent. *Ann Kinésithér* 1980;**7**:297-302.
- [55] Prevost P. <http://prevost.pascal.free.fr> consulté le 04/04/2006.
- [56] Paysant J. Évaluation des capacités et des performances : contribution des monitorages de la locomotion en situation d'exercice et de vie réelle. *Ann Readapt Med Phys* 2007;**50**:156-64.
- [57] Jidovtseff B. influence d'un entraînement en force et en vitesse sur la performance en squat et en développé couché. 2^e colloque médico-sportif entre laboratoire et terrain du RFC Liège 19/02/2005 consultable sur <http://www.sporteval.be/>.
- [58] <http://www.benathlon.com/index.php?2007/05/02/164-test-rapide-du-garmin-forerunner-305>.
- [59] Le Boulch J. Les facteurs de la valeur motrice. [thèse médecine], Rennes 1, 1960.
- [60] Mayer T. *Contemporary conservative care for painful spinal disorders*. Philadelphia: Lea and Febiger; 1991.
- [61] Leger L. Les tests de terrain Bruxelles 27/11/2004, consultable sur http://www.sporteval.be/tests_terrain.pdf.
- [62] ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;**166**:111-7.
- [63] Purser JL, Kuchibhatla MN, Fillenbaum GG, Harding T, Peterson ED, Alexander KP. Identifying frailty in hospitalized older adults with significant coronary artery disease. *J Am Geriatr Soc* 2006;**54**:1674-81.
- [64] Bosco C, Belli A, Astrua M, Tihanyi J, Pozzo R, Kellis S, et al. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *Eur J Appl Physiol* 1995;**70**:379-86.
- [65] Merek G, Piatt C, Himmelberg L, Ballmann K, Mayhew JL. Isometric strength measurements as predictors of physical performance in college men. *IAHPERD Journal* 1996;**30**(1).

Pour en savoir plus

- Association française pour la recherche et l'évaluation en kinésithérapie : www.afrek.com.
- Bethoux F, Calmels P. *Guide des outils de mesure et d'évaluation en médecine physique et de réadaptation*. Paris: Frison-Roche; 2003.
- Blaise JL. Liminarité et limbes sociaux : une approche anthropologique du handicap. Thèse de doctorat, 2002. Université Paris 7.
- Clinical Measurement Instrument. www.cebp.nl.
- The Chartered Society of Physiotherapy. www.csp.org.uk/director/effectivepractice/outcomemeasure.cfm.
- Cole B, Finch E, Gowland C, Mayo N. *Instruments de mesure des résultats en réadaptation physique*. Association canadienne de physiothérapie; 1995.
- Q-AAP & vous, 2002, disponible à la Société canadienne de physiologie de l'exercice 202-185 rue Somerset Ouest Ottawa (Ontario) Canada K2P 0J2.
- Harichaux P, Medelli J. *VO₂ max et performance*. Saint-Quentin-en-Yvelines: Éditions Chiron; 1996.
- Kiné Scoop. www.kinescoop.com.
- Pélissier J. *Principales échelles d'évaluation en médecine physique et réadaptation*. Paris: IPSEN.
- Trudelle P. À la recherche des bilans sur Internet. *Kinésithér Rev* 2006;**49**:44-6.

R. Hignet, Directeur de soins en rééducation (r.hignet@orpea.net).
CRF Tréboul, 42 bis, rue des Professeurs-Curie, 29100 Douarnenez, France.

J.-L. Blaise, Ergothérapeute, docteur en anthropologie.
32, rue Jean-Louis-Bertrand, 35000 Rennes, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Hignet R., Blaise J.-L. Bilans musculaires. Stratégie d'évaluation d'après la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF). EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-010-A-10, 2008.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations