



Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information website.

Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded repositories, such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source. These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active.

Cas d'une patiente de grand âge en hospitalisation aiguë pour une atteinte sévère de COVID-19 : aspects moteurs



Case of an elderly patient in acute hospitalization for severe COVID-19: Motor Aspects

Léo Barassin^a
Elodie Gabali^a
Barbara Jammes^a
Julie Renault^a
Mohamed Bekhtaoui^a
Céline Bonnyaud^{b,c}

^aService de rééducation fonctionnelle, Hôpital Ambroise-Paré, AP-HP, 9, avenue Charles-de-Gaulle, 92100 Boulogne-Billancourt, France
^bLaboratoire d'analyse du mouvement, Hôpital Raymond-Poincaré, AP-HP, 104, boulevard Raymond-Poincaré, 92380 Garches, France
^cUniversité Paris Saclay, UVSQ, ERPHAN, 78000 Versailles, France

RÉSUMÉ

Le virus SRAS-CoV-2, à l'origine de la pandémie actuelle de COVID-19, engendre des troubles respiratoires aigus qui peuvent conduire à une hospitalisation, essentiellement chez les personnes âgées. Le cas présenté est celui d'une patiente de grand âge présentant une atteinte pulmonaire sévère. Les évaluations motrices quotidiennes sur une semaine comprenaient le test *Timed up and go*, le test *Five sit-to-stand*, le test de force de serrage maximal et le recueil des constantes cardio-respiratoires (fréquence cardiaque, respiratoire et saturation en oxygène). Une évaluation cognitive et de la qualité de vie ont aussi été réalisés. Entre l'évaluation initiale et finale, la durée de réalisation du *Timed Up and Go* a diminué de 4,9 s, la performance au *Five sit-to-stand* est restée relativement stable, dans un contexte de sevrage de l'oxygène, de maintien de la saturation et d'une augmentation de la fréquence respiratoire. Malgré un pronostic péjoratif, l'amélioration respiratoire de la patiente s'est accompagnée d'améliorations motrices fonctionnelles. Les relations de régulations motrices et cardio-respiratoires sont discutées.

© 2020 Publié par Elsevier Masson SAS

SUMMARY

The SARS-CoV-2 virus at the origin of the current COVID-19 pandemic is causing acute respiratory disorders that may lead to hospitalization, mainly in the elderly. The case presented is that of an old age patient with severe lung disease. Daily motor assessments over 1 week included *Timed up and go* test, the *Five sit-to-stand* test, the grip test and the collection of cardiorespiratory constants (heart rate, respiratory rate and O₂ saturation). A cognitive and quality of life assessments were performed. Between the initial and final evaluation, the time taken to complete the *Timed Up and Go* decreased by 4.9 sec, the performance at the *five sit-to-stand* remained relatively stable, in a context of oxygen withdrawal, maintenance of saturation and an increase in respiratory rate. Despite a poor prognosis, the patient's respiratory improvement was accompanied by functional motor improvements. The relationship between motor and cardiorespiratory regulation is discussed.

© 2020 Published by Elsevier Masson SAS

MOTS CLÉS

COVID-19
Évaluation
Fonction motrice
Grand âge
Hospitalisation aiguë

KEYWORDS

COVID-19
Assessment
Motor function
Older
Acute hospitalization

Auteur correspondant :

C. Bonnyaud
Laboratoire d'analyse du mouvement, Hôpital Raymond-Poincaré, AP-HP, 104, boulevard Raymond-Poincaré, 92380 Garches, France
Université Paris Saclay, UVSQ, ERPHAN, 78000 Versailles, France
Adresse e-mail :
celine.bonnyaud@aphp.fr

INTRODUCTION

Depuis mars 2020, les services hospitaliers rencontrent une recrudescence de patients qui présentent des troubles respiratoires et physiques liés au COVID-19. Les personnes âgées sont fortement touchées par cette pandémie et sont plus à risque de développer une forme grave.

D'après les dernières données épidémiologiques (23 avril 2020), les personnes âgées de 65 ans et plus représentent 72 % des patients hospitalisés et plus de 93% des décès [1]. Depuis le 1^{er} mars 2020, l'âge médian au décès est de 84 ans. Les conséquences liées à la symptomatologie de l'atteinte virale et à l'hospitalisation sont nombreuses. Parmi celles-ci, on observe une dégradation des capacités motrices, a fortiori chez les personnes de grand âge.

Cette étude de cas retrace l'évolution des capacités motrices et des constantes cardio-respiratoires d'une patiente de grand âge atteinte d'une forme sévère du COVID-19 en hospitalisation aiguë. Ce cas apparaît atypique par son évolution, d'un pronostic initial très grave à une récupération respiratoire et motrice. L'approche des capacités motrices observées parallèlement aux capacités respiratoires apparaît également singulière. Ce projet relate les données du dossier de la patiente, dans le cadre d'une prise en soins courante. Le consentement libre et éclairé de la patiente a été recueilli.

ANTÉCÉDENTS ET HISTOIRE DES PROBLÈMES DE SANTÉ

Madame P. est une patiente de 86 ans, mesurant 1,50 m pour 47 kg (IMC 20,9, à la limite de la minceur et du poids normal). Elle a été hospitalisée le 23/03/2020, suite à une asthénie qui durait depuis une semaine. Elle a, par ailleurs, comme antécédents médicaux, de l'asthme, de l'hypertension artérielle et une dégénérescence maculaire liée à l'âge. La patiente est arrivée aux urgences avec une tension à 157/110 mmHg, une fréquence cardiaque (FC) de 87 battements par minutes (Bpm), une température de 38°C, une fréquence respiratoire (FR) de 29 cycles par minutes (Cpm) et une saturation en oxygène (SaO₂) de 98 %. Elle a été hospitalisée en service de médecine interne, avec un scanner thoracique typique du COVID-19 qui présentait de probables foyers surinfectieux aux deux bases. Devant la dégradation de l'état de la patiente au cours de la nuit, une oxygénothérapie à 4 L/min a été mise en place. En présence d'une aggravation des symptômes, une augmentation de cet apport en O₂ (6 L/min) et un traitement par hydroxychloroquine ont été instaurés le 25/03/2020. Ce traitement a été suspendu deux jours après pour cause de dégradation cardiaque (allongement de l'intervalle QT). Devant l'augmentation des besoins en O₂ (9 L au masque le 30/03/2020), des corticoïdes ont été introduits le 31/03/2020 dans l'objectif de réduire la supplémentation en O₂. Ce contexte de dégradation a mené à aborder une exclusion d'une réanimation intensive et d'une intubation, en accord avec la famille.

Le 08/04/2020, dans les suites d'une oxygénodépendance réduite à 2 L/min d'O₂, la patiente a été transférée en gériatrie aiguë. Dans ce contexte de stabilisation, une rééducation a été initiée avec mise au fauteuil et sollicitation motrice douce.

La Fig. 1 illustre l'évolution des constantes respiratoires pendant la phase qui a précédé la rééducation. La Fig. 2 présente la frise chronologique des événements marquants de l'hospitalisation de la patiente.

AUTONOMIE AVANT L'HOSPITALISATION

Âgée de 86 ans, Mme P. était autonome avant son hospitalisation pour les gestes du quotidien comme la toilette et l'habillage, mais avait besoin d'une aide-ménagère pour les courses, le ménage et la préparation des repas qu'elle réchauffait. D'autre part, elle marchait seule quotidiennement, avec une canne à l'extérieur. Son niveau d'activités physiques antérieur a été évalué par le questionnaire de Ricci et Gagnon. Avec 1 h de gymnastique et 2 séances de 30 min de sollicitation musculaire par semaine avec un masseur-kinésithérapeute, Mme P. obtenait un score de 27/45. Elle était donc considérée comme une personne active.

ÉVALUATIONS DU SUIVI RÉÉDUCATIF

Le suivi des capacités motrices de cette patiente de grand âge qui avait présenté une forme sévère du COVID-19 a démarré le 15/04, en phase stabilisée, après 23 jours d'hospitalisation.



Figure 1. Constantes respiratoires de la patiente au cours de son hospitalisation. *Introduction de l'hydroxychloroquine **Arrêt de l'hydroxychloroquine, *** introduction des corticoïdes.

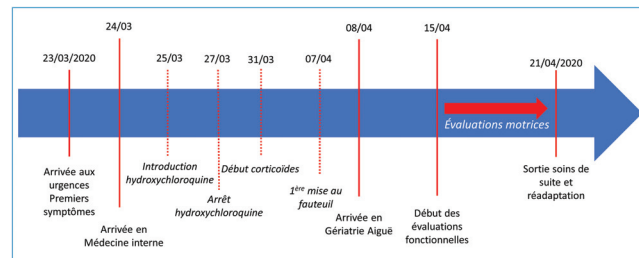


Figure 2. Frise chronologique des événements marquants de l'hospitalisation de Madame P.

Au niveau cognitif, la *Mini Mental State Examination* (MMSE) a été réalisée. C'est un test de grande fiabilité et recommandé chez la personne âgée [2].

Le volume d'oxygène et les constantes cardio-respiratoires au repos (SaO₂, FC et FR) étaient recueillis quotidiennement. L'évaluation des capacités motrices comprenait un test de force de serrage maximal (test de préhension ou grip test), le test du *Timed Up and Go* (TUG) et le test du *Five sit-to-stand* (5STS). Ces évaluations correspondent aux outils de référence recommandés chez la personne âgée et en pratique conventionnelle d'après « Réponse rapide dans le cadre COVID-19 » publiée par la Haute Autorité de Santé [3].

L'évaluation de la force de serrage maximal est réalisée au moyen du dynamomètre numérique (EH101, Deyard), dans une position standardisée, coude fléchi à 90°, avant-bras posé, poignet en position neutre et dynamomètre en position verticale. Trois essais sont réalisés de chaque côté, avec une pause d'une minute entre chaque essai ; le meilleur score est retenu. Ce test présente une excellente fiabilité chez les personnes âgées [4]. La latéralité a été notée.

Le TUG consiste à se lever d'une chaise standard, de marcher 3 m pour contourner un plot et revenir s'asseoir, à vitesse confortable [5,6]. Ce test est recommandé chez les personnes âgées ; sa fiabilité est excellente pour cette population [7]. Trois essais sans canne sont réalisés et la moyenne des 3 essais est retenue.

Le 5STS consiste à se lever et s'asseoir sur une chaise standard cinq fois de suite en un temps minimal [8]. Ce test permet une évaluation des capacités motrices fonctionnelles des membres inférieurs et du système cardio-respiratoire. Il présente une excellente fiabilité chez les personnes âgées [9].

Dans ce contexte d'atteinte essentiellement respiratoire, un recueil des constantes a été fait après le 5STS et la durée de retour à la SaO₂ initiale (au repos) a été relevée. D'autre part, la patiente devait évaluer son ressenti d'essoufflement après le test grâce à l'échelle verbale de Borg modifiée (score entre 0, pas d'essoufflement et 10, essoufflement extrême) ; cette variante de l'échelle de Borg est validée et plus simple pour les patients gériatriques [9,10].

Il n'a pas été possible d'effectuer un test de marche (un test de marche de 6 min aurait été pertinent), pour respecter les consignes de service ainsi que par manque de matériel d'oxygénation portable permettant la déambulation dans le service. Une évaluation de la qualité de vie a également été effectuée au moyen du questionnaire EQ-5D [11,12] ; il évalue 5 dimensions : la mobilité, les activités quotidiennes, les activités courantes (loisir, travail), les douleurs ou l'inconfort et l'anxiété ou la dépression, ainsi que la perception de l'état de santé sur une échelle visuelle analogique de 0 à 100 (100 étant le meilleur état de santé imaginable).

La patiente a été évaluée quotidiennement pendant 7 jours, avec deux jours de repos (j4–j5) correspondant au week-end. Au cours de cette période, la rééducation a été essentiellement motrice et fonctionnelle à raison de 30 min/jour.

RÉSULTATS

Évaluations initiales

D'un point de vue cognitif, la patiente avait un score de 22/30 au MMSE, avec une bonne orientation temporo-spatiale, de

bonnes capacités d'apprentissage et praxiques, mais des difficultés pour le calcul et la mémoire de travail. Les normes établies pour les plus de 79 ans se situent entre 20 et 26 selon le niveau de scolarité [13].

Le premier jour de traitement, la patiente était sous deux litres d'O₂. Elle avait une FC au repos de 84 Bpm, une FR à 20 Cpm et une SaO₂ à 92 %. La moyenne du TUG était de 27,6 ± 2,2 s. Le temps moyen au 5STS était de 25,6 ± 3,4 s. Après le test, la SaO₂ était à 92 % et la FC à 83 Bpm. La perception de l'essoufflement était cotée à 6/10.

Suivi longitudinal

Les évaluations se sont déroulées de j1 à j3, puis de j6 à j7, à la suite du week-end. Les valeurs des constantes au repos et les performances aux tests sont reportées dans le *Tableau 1*, avec les normes pour la catégorie d'âge de la patiente [6,14,15]. Selon l'avis médical, les valeurs des constantes au repos ne contre-indiquaient pas la rééducation motrice.

Sur le plan ventilatoire, l'amélioration de la patiente a permis un sevrage en O₂ le 19 avril, à j6.

La *Fig. 3* montre l'évolution des paramètres respiratoires mesurés au repos (FC, FR, SaO₂) et du temps au *Timed up and go* au cours de la rééducation.

La *Fig. 4* montre l'évolution du temps de réalisation au 5STS, du temps de récupération après le test ainsi que de l'apport en O₂ au cours du traitement.

Évaluations finales

Le dernier jour de traitement correspond à la sortie de la patiente vers un service de soins de suite (le sevrage en oxygène étant un des principaux critères de sortie). Ce jour-là, elle était sevrée d'O₂. Au repos, la FC était de 94 Bpm, la FR de 34 Cpm et la SaO₂ de 92 %. Le temps moyen du 5STS était de 26,1 ± 2 s. En fin de test, la SaO₂ était de 92 %, la FC de 92 Bpm et la patiente estimait son essoufflement à 8/10. Le meilleur score de la force de serrage maximal était de 6,6 kg à la main droite et 9,4 kg à la main gauche. Le TUG n'a pas été réalisé car la patiente se sentait « trop fatiguée ». Concernant la qualité de vie, la patiente a évoqué des problèmes à la marche, pour se laver et s'habiller, accomplir ses activités courantes (loisirs) ; elle présentait des gênes ou des douleurs modérées et se disait modérément anxieuse ou déprimée. Enfin elle évaluait son état de santé actuel à 70/100. Elle estimait sa peur de chuter à 8/10 (avec une dernière chute 2 jours avant son hospitalisation, dans sa salle de bain).

DISCUSSION

L'objectif de cette étude de cas était d'observer l'évolution motrice d'une patiente de grand âge (86 ans) à la suite d'une atteinte sévère de COVID-19. Les constantes au repos apparaissent relativement stables malgré un sevrage en oxygène, à l'exception de la fréquence respiratoire qui augmente dès le jour du sevrage. Les capacités locomotrices montrent une amélioration (diminution de presque 5 secondes au TUG). Cette amélioration est supérieure à la valeur minimale détectable de changement qui est de 4,09 s dans une population

Tableau I. Constantes et moyenne (\pm écart-type) pour les tests chronométriques, ou maximum pour test de la force maximale.

	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 6	Jour 7	Normes (> 80 ans)
Fréquence cardiaque au repos (Bpm)	84	78	81	85	94	80
Fréquence respiratoire au repos (Cpm)	20	24	15	25	30	12–20
Saturation au repos (%)	92	93	92	92	92	95-100
O ₂ (L)	2	2	2	0	0	0
Timed up and go (s)	27,6	26,7	25	22,7	–	11 \pm 3
Force maximale de serrage main droite (kg)	–	14,2	8,2	7,2	6,6	20 \pm 5,8
Force maximale de serrage main gauche (kg)	–	11,3	9,9	9,5	9,4	19 \pm 5,5
5STS Temps (s)	25,6	19,2	23	27,9	26,1	10,6 \pm 3,4
Saturation en fin de test (%)	93	93	92	90	92	95–100
Fréquence cardiaque fin de test (Bpm)	83	75	79	71	92	–
Borg modifiée fin de test	6	6	6	5	8	–
Temps de retour à la saturation de repos (s)	–	35	75	81	30	–

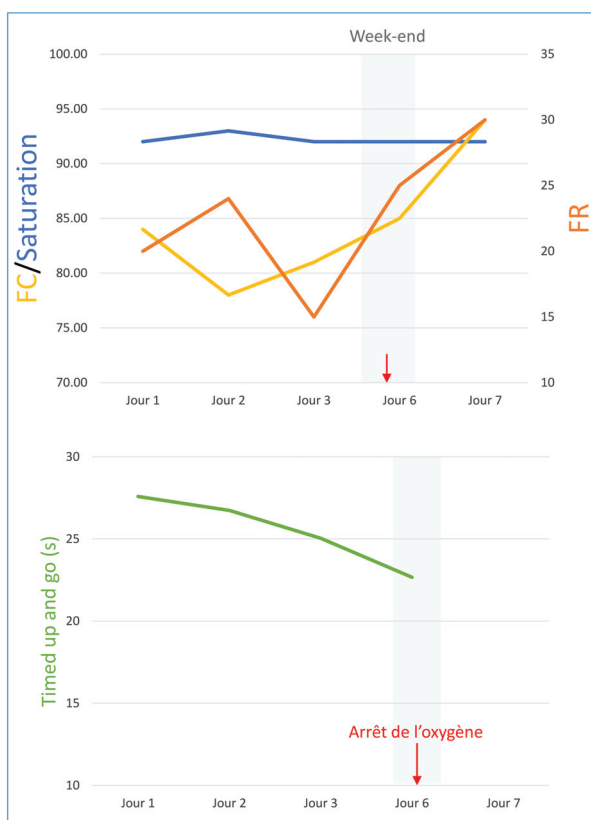


Figure 3. Évolution des paramètres respiratoires mesurés au repos (FC, FR, saturation en O₂) et du temps au *time-up-and-go* au cours de la rééducation.

gériatrique [16]. Cette amélioration locomotrice s'accompagne d'une stabilisation de la SaO₂ malgré un sevrage en oxygène. Ces résultats suggèrent que les améliorations respiratoires de la patiente s'accompagnent d'une récupération notable de la performance locomotrice, avec une augmentation des fréquences respiratoire et cardiaque.

Les données du 5STS montrent une variation des performances : une amélioration entre j1 et j3, une diminution entre J3 et J6, puis une amélioration entre j6 et j7, pour obtenir une performance en fin de traitement proche de celle de la valeur initiale. A noter que cette relative stabilité de la performance chronométrique entre j1 et j7 est accompagnée d'un sevrage en oxygène. Après une journée d'adaptation à ce nouveau contexte en air ambiant, on note une faible amélioration de la performance, mais surtout un gain notable en temps de récupération de la SaO₂. Ces résultats suggèrent que les aspects respiratoire et moteur sont étroitement liés. Ce lien entre capacités fonctionnelles et capacités respiratoires et musculaires a déjà été établi dans d'autres pathologies respiratoires comme la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) [17]. Cet objectif d'homéostasie au cours d'un exercice passe par un ajustement de la performance physique à l'effort, régulé par le système nerveux autonome qui produit un ajustement cardio-respiratoire selon les informations perçues pendant l'exercice (hypoxie, hypercapnie). La performance à l'exercice oscille donc comme résultat d'interactions entre les organes [18,19]. L'observation d'une relative stabilité de la performance aux passages assis-debout dans un contexte de sevrage en oxygène et de gain de temps de récupération après l'effort apparaît comme un résultat plutôt positif d'évolution chez cette patiente. Ce test du 5STS rapide sollicite davantage le système cardio-respiratoire que la locomotion à vitesse spontanée (TUG), moins coûteuse énergétiquement, ce qui peut expliquer l'écart de résultats entre ces deux aspects de la fonction motrice (gain notable pour le TUG, relative stabilité pour le 5STS).

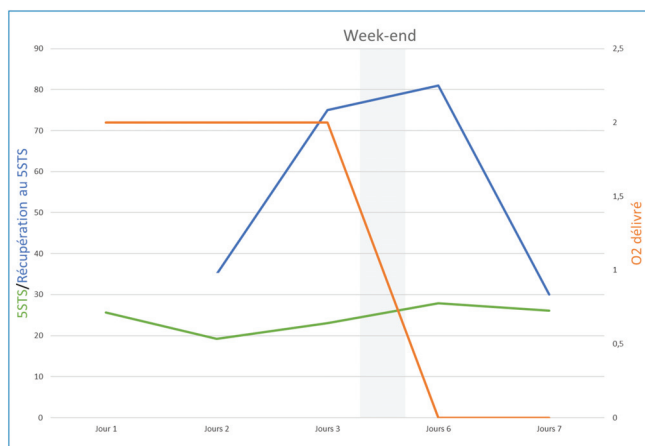


Figure 4. Évolution des paramètres mesurés au 5STS et de la délivrance en O₂ au cours de la fin d'hospitalisation.

Les résultats de la force maximale de serrage des mains montrent une diminution bilatérale. Celle-ci peut s'expliquer par les jours d'alitement et d'arrêt des activités manuelles de la patiente, ce qui n'est pas favorable au maintien de la force musculaire [20]. Ces résultats peuvent aussi s'expliquer par la rééducation qui ne ciblait pas spécifiquement un travail de renforcement musculaire, mais plutôt une approche fonctionnelle. Par ailleurs, cette diminution ne peut pas s'expliquer par le sevrage en oxygène : l'effort réalisé (de 5 s environ) utilise l'ATP stocké dans les muscles comme substrat énergétique et non l'énergie issue de l'oxygène (filiale aérobie). Au final, bien que les performances de Mme P. aux tests chronométriques soient diminuées par rapport à la norme chez des sujets du même âge, la patiente a progressé sur le plan locomoteur et est restée relativement stable au test assis-debout, dans un contexte de sevrage en oxygène. Ce suivi présente certaines limites, dont la constance dans les horaires des évaluations. Les fluctuations de la fatigue de la patiente ont parfois nécessité des interventions fractionnées dans la journée. L'absence de sollicitation des fonctions motrices par les rééducateurs le week-end (j4 et j5), avec éducation de la patiente à la réalisation d'exercices en autonomie, est aussi à signaler ; cela peut avoir impacté les données.

CONCLUSION

Mme P. fait partie d'une minorité de patients très âgés qui présentent une atteinte sévère de Covid-19 à avoir récupéré d'un point de vu respiratoire et fonctionnel. En effet, au 23 avril 2020, les personnes âgées représentaient 93% des décès [1]. Le suivi quotidien des performances motrices de la patiente nous a permis d'observer l'interaction entre les aspects respiratoire et moteur d'une patiente gériatrique atteinte du COVID-19.

Source de financement

Aucune.

Contribution des auteurs

L.B. a écrit l'article, E.B. a récolté les données et contribué à sa rédaction, B.J. a contribué à l'interprétation des résultats, J.R. a récolté les données et contribué à la rédaction, M.B. a contribué à l'interprétation des résultats, C.B. a initié le projet, rédigé le protocole et écrit l'article.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Remerciements

Nous remercions la patiente d'avoir bien voulu accepter de participer à cette étude, ainsi que Hervé Chanut, cadre de santé du service rééducation, pour son soutien au projet.

RÉFÉRENCES

- [1] Chêne G, Desenclos JC, Campese C, Vaux S, Ait El Belghiti F, Caserio-Schonemann C, et al. COVID-19 : point épidémiologique national du 23/04/20. 2020;19:1–25 <https://www.santepublique-france.fr/>.
- [2] Lopez MN, Charter RA, Mostafavi B, Nibut LP, Smith WE. Psychometric properties of the folstein Mini-Mental State Examination. *Assessment* 2005;12:137–44.
- [3] Haute Autorité de Santé. Réponses rapides dans le cadre du COVID-19 – Prise en charge des patients souffrant de pathologies psychiatriques en situation de confinement à leur domicile. 2020:1–8.
- [4] Abizanda P, Navarro JL, García-Tomás MI, López-Jiménez E, Martínez-Sánchez E, Paterna G. Validity and usefulness of hand-held dynamometry for measuring muscle strength in community-dwelling older persons. *Arch Gerontol Geriatr* 2012;54:21–7.
- [5] Podsiadlo, D; Richardson S. The timed "up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39:142–8.
- [6] Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and Gait Speeds. *Phys Ther* 2002;82:128–37. <https://academic.oup.com/ptj/article/82/2/128/2836941>.
- [7] Siggeirsdóttir K, Jónsson BY, Jónsson H, Ivarsson S. The timed "Up & Go" is dependent on chair type. *Clin Rehabil* 2002;16:609–16.
- [8] Bohannon RW, Bubela DJ, Magasi SR, Wang YC, Gershon RC. Sit-to-stand test: Performance and determinants across the age-span. *Isokinet Exerc Sci* 2010;18:235–40.
- [9] Kendrick KR, Baxi SC, Smith RM. Usefulness of the modified 0-10 Borg scale in assessing the degree of dyspnea in patients with COPD and asthma. *J Emerg Nurs* 2000;26:216–22.
- [10] Morris NR, Sabapathy S, Adams L, Kingsley RA, Schneider DA, Stulbarg MS. Verbal numerical scales are as reliable and sensitive as visual analog scales for rating dyspnea in young and older subjects. *Respir Physiol Neurobiol* 2007;157:360–5.
- [11] Group TE. EuroQol – a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy (New York)* 1990;16:199–208.
- [12] Brazier J, Jones N, Kind P. Testing the validity of the Euroqol and comparing it with the SF-36 health survey questionnaire. *Qual Life Res* 1993;2:169–80.
- [13] Kalafat M, Hugonot-Diener L, Poitrenaud J. Standardisation et étalonnage français du "Mini Mental State" (MMS) version GRÉCO. *Rev Neuropsychol* 2003;13: 209–36.



- [14] Desrosiers J, Bravo G, Hebert R, Dutil E. Normative Data for Grip Strength of Elderly Men and Women. *Am J Occup Ther* 1995;49: 637–44.
- [15] Bohannon RW, Shove ME, Barreca SR, Masters LM, Sigouin CS. Five-repetition sit-to-stand test performance by community-dwelling adults: A preliminary investigation of times, determinants, and relationship with self-reported physical performance. *Isokinet Exerc Sci* 2007;15:77–81.
- [16] Ries JD, Echternach JL, Nof L, Gagnon Blodgett M. Test-retest reliability and minimal detectable change scores for the timed “up & go” test, the six-minute walk test, and gait speed in people with Alzheimer disease. *Phys Ther* 2009; 89: 569–79.
- [17] Mansour KMK, Goulart C da L, de Carvalho-Junior LCS, Trimer R, Borghi-Silva A, da Silva ALG. Pulmonary function and functional capacity cut-off point to establish sarcopenia and dynapenia in patients with COPD. *J Bras Pneumol* 2018;45:1–7.
- [18] Noakes TD, St. Clair Gibson A, Lambert E V. From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: Summary and conclusions. *Br J Sports Med* 2005;39:120–4.
- [19] Noakes TD, St. Clair Gibson A, Lambert E V. From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *Br J Sports Med* 2004;38:511–4.
- [20] Méan M, Bula C, Waeber G. Alitement en milieu hospitalier: la mobilisation peut-elle préserver la personne âgée hospitalisée du déclin fonctionnel ? *Rev Med Suisse* 2017;13:279–81.