

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΒΑΔΙΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΝΟΣΟ ΤΟΥ ΠΑΡΚΙΝΣΟΝ

Γιαννακού Ε.¹, Αγγελούσης Ν.¹, Γούργουλης Β.¹, Φωτιάδου Σ.^{1,2}, Καλύβας Β.¹, Μαυρομμάτης Γ.³

¹ Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Κομοτηνή

² Πανεπιστημιακή Νευρολογική Κλινική, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη

³ Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν να ελεγχθεί η αξιοπιστία επιλεγμένων χωρο-χρονικών παραμέτρων κατά τη βάδιση ατόμων με νόσο του Πάρκινσον. Στην έρευνα συμμετείχαν 12 ασθενείς του Πάρκινσον. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε δυο διαφορετικές ημέρες. Οι ασθενείς εκτέλεσαν 10 επαναλαμβανόμενες προσπάθειες βάδισης σε ένα διάδρομο μήκους 10 m για κάθε ημέρα μέτρησης, ακολουθώντας μια ράβδο, η οποία κινείτο σύμφωνα με τη φυσική τους ταχύτητα. Οι προσπάθειες βάδισης καταγράφηκαν από 6 κάμερες υπερύθρων με ταχύτητα λήψης 100 Hz, οι οποίες τοποθετήθηκαν σε κυκλική διάταξη πάνω από το διάδρομο βάδισης. Για τον προσδιορισμό της αξιοπιστίας των χωρο-χρονικών χαρακτηριστικών υπολογίστηκε ο συντελεστής εσωτερικής συσχέτισης (Intraclass Correlation Coefficient) για το σύνολο των 10 προσπαθειών, αλλά και για μια μεμονωμένη προσπάθεια. Επίσης, για τον έλεγχο της σταθερότητας, μεταξύ των δυο μετρήσεων, υπολογίστηκε το σταθερό σφάλμα της μέτρησης (Standard Error of Measurement) και τα όρια συμφωνίας (Limits Of Agreement). Επιπλέον, για τον έλεγχο των διαφορών ανάμεσα στην πρώτη και τη δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε t-test για εξαρτημένα δείγματα. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι όλες σχεδόν οι χωροχρονικές παράμετροι που εξετάστηκαν παρουσίασαν πολύ καλή επαναληπτικότητα για το σύνολο των δέκα προσπαθειών. Οι τιμές του ICC για μια μεμονωμένη προσπάθεια ήταν χαμηλότερες αλλά παρέμειναν ικανοποιητικές (>.80) για τις περισσότερες από τις παραμέτρους (μήκος βήματος και διασκελισμού, ρυθμό βάδισης, διάρκεια στήριξης, διάρκεια διπλής στήριξης, λόγο βαδίσματος και πλάτος βάδισης). Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στους ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον, σε καμία από τις χωροχρονικές παραμέτρους που μελετήθηκαν.

Λέξεις ευρετηρίου: επαναληπτικότητα, συμφωνία, νόσος του Πάρκινσον, βάδιση

RELIABILITY OF SPATIOTEMPORAL GAIT CHARACTERISTICS IN PEOPLE WITH PARKINSON'S DISEASE

Giannakou E.¹, Aggeloussis N.¹, Gourgoulis V.¹, Fotiadou S.^{1,2}, Kalivas V.¹, Mavrommatis G.³

¹ Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, Komotini

² Neurology Department, Democritus University of Thrace, Alexandroupolis

³ Department of Physical Education and Sport Science, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki

Abstract

The purpose of the present study was to examine the reliability of selected spatiotemporal parameters during gait in patients with Parkinson's disease. Twelve Parkinson's disease patients participated in the research and performed 10 repeated gait trials at their natural speed on two different measurement days. Patients walked on a 10 m walkway at a constant speed, following a stick, which moved in the required mean walking speed of each participant. Gait trials were recorded using 6 optoelectronic cameras operating at 100 Hz that were cyclically located over the walkway. Reliability of spatiotemporal parameters was assessed by the Intraclass Coefficient Correlation (ICC), for the sum of the 10 trials and for a single trial. Likewise, standard error of measurement (SEM) and limits of agreement (LOA) were calculated to assess the degree of agreement between the two measurements. Additionally, paired samples t-test was used to check the differences between the first and the second measurement day. Results showed that almost all spatiotemporal parameters that were examined produce great repeatability for the sum of the 10 trials. ICC values for a single trial were lower but remain adequate (>.80) for most of the spatiotemporal parameters (cadence, step length, stride length, support time, double support time, walk ratio and step width). Finally, no significant statistically differences were observed between the two measurements performed in patients with Parkinson's disease in either of the studied variables.

Key words: repeatability, agreement, Parkinson's disease, walking

Εισαγωγή

Η νόσος του Πάρκινσον είναι μια χρόνια και προοδευτικά εξελισσόμενη εγκεφαλική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από συμπτώματα που επηρεάζουν την κίνηση, όπως είναι η βραδυκίνηση, ο τρόμος και η δυσκαμψία. Το τυπικό πρότυπο βάρδισης για τους ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον χαρακτηρίζεται από μικρό μήκος διασκελισμού, αυξημένο ρυθμό βάρδισης, προσθιώθηση και μειωμένη ταχύτητα βάρδισης¹. Συνεπώς, οι ασθενείς αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα εκτελώντας δραστηριότητες μετακίνησης που περιλαμβάνουν βάρδιση και διατήρηση της ισορροπίας². Για το 12-18% μάλιστα των ασθενών οι διαταραχές στη βάρδιση αποτελούν το πρώτο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν³. Τα προβλήματα στην ισορροπία και τη βάρδιση μπορεί να οδηγήσουν σε πτώσεις ή φόβο για πτώση που δημιουργεί ανασφάλεια και περιορισμό της κινητικότητας και της ανεξαρτησίας των ασθενών⁴.

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η τρισιδιάστατη ανάλυση βάρδισης συνιστά το πλέον πολύτιμο εργαλείο για την διάγνωση και αξιολόγηση προβλημάτων κατά τη βάρδιση^{5, 6}. Αρκετοί ερευνητές χρησιμοποιούν τη μέθοδο της ανάλυσης βάρδισης για να διακρίνουν τις αλλαγές στις παραμέτρους της βάρδισης των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον, είτε μετά από εφαρμογή προγράμματος αποκατάστασης και άσκησης είτε μετά από χειρουργική επέμβαση για τον περιορισμό συμπτωμάτων που αφορούν την κίνηση⁷⁻¹¹. Οι πληροφορίες από τις παραπάνω μελέτες βοηθούν στην επιλογή της σωστής θεραπευτικής παρέμβασης για τη βελτίωση της κινητικής συμπεριφοράς των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον. Η αξιοπιστία όμως και η εγκυρότητα της ανάλυσης βάρδισης εξαρτάται από την επαναληπτικότητα των παραμέτρων που θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της. Κατά συνέπεια όσες παράμετροι παρουσιάζουν μικρή επαναληπτικότητα δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στην ανάλυση του βαδίσματος.

Επίσης, έχει βρεθεί ότι η μεταβλητότητα διαφόρων χωρο-χρονικών παραμέτρων της βάρδισης, όπως είναι η διάρκεια διασκελισμού, η διάρκεια διπλής στήριξης, η διάρκεια στήριξης, το μήκος διασκελισμού και το πλάτος βήματος, έχουν συσχετιστεί με την πιθανότητα για πτώση σε ηλικιωμένα υγιή άτομα^{12, 13}.

Για τους ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον έχουν κατά καιρούς πραγματοποιηθεί μελέτες για την επαναληπτικότητα διαφόρων χωρο-χρονικών χαρακτηριστικών της βάρδισης αλλά οι περισσότερες αφορούν τη μεταβλητότητα μεταξύ συνεχόμενων διασκελισμών (stride-to-stride fluctuation) και η πλειοψηφία περιορίζεται μόνο στον υπολογισμό του συντελεστή μεταβλητότητας (Coefficient of Variation)¹⁴⁻²¹.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί η επαναληπτικότητα επιλεγμένων κινηματικών παραμέτρων (χώρο-χρονικές παράμετροι) κατά τη βάρδιση ατόμων με νόσο του Πάρκινσον.

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν 12 ασθενείς (5 γυναίκες και 7 άνδρες) με νόσο του Πάρκινσον (ηλικία: $66,25 \pm 7,9$ έτη, ύψος: $165,2 \pm 13,4$ cm και χρονική διάρκεια από τη διάγνωση: $2,97 \pm 3,19$ έτη). Για την αξιολόγηση της σοβαρότητας της ασθένειας χρησιμοποιήθηκε το μέρος της κλίμακας UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale) που εστιάζει στα κινητικά συμπτώματα των ασθενών (UPDRS III). Η διάγνωση της νόσου του Πάρκινσον, καθώς και η νευρολογική εξέταση πραγματοποιήθηκε από νευρολόγο. Άτομα με ιστορικό αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου, κρανιοεγκεφαλικής κάκωσης ή νευρομυικούς τραυματισμούς και διαταραχές που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα χωρο-χρονικά χαρακτηριστικά τους κατά τη βάρδιση αποκλείστηκαν από την μελέτη. Οι ασθενείς ενημερώθηκαν για τους σκοπούς της έρευνας και υπέγραψαν φόρμα συναίνεσης πριν την έναρξη την συμμετοχή τους στην πειραματική διαδικασία.

Όλοι οι ασθενείς που εξετάστηκαν, εκτός από έναν, ακολουθούσαν αντιπαρκινσονική φαρμακευτική αγωγή και γενικά ήταν καλά ρυθμισμένοι χωρίς να αναφέρονται ιδιαίτερες διακυμάνσεις. Η μέτρηση των ασθενών που λάμβαναν φαρμακευτική αγωγή έγινε πάντα 1-1,5 ώρα μετά την λήψη φαρμακευτικής αγωγής για να αποφευχθεί κατάσταση «off».

Τα χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Όργανα μέτρησης

Οι προσπάθειες βάρδισης των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον πραγματοποιήθηκαν σε ένα διάδρομο βάρδισης μήκους 15 μέτρων. Για την καταγραφή των χωροχρονικών χαρακτηριστικών της βάρδισης χρησιμοποιήθηκαν 6 κάμερες υπερύθρων Vicon MX με συχνότητα δειγματοληψίας 100 εικόνες/sec, οι οποίες ήταν τοποθετημένες σε κυκλική διάταξη πάνω από τον διάδρομο βάρδισης. Στο μέσο περίπου του διαδρόμου βάρδισης είχαν τοποθετηθεί δυο δυναμοδάπεδα Kistler

Πίνακας 1. Δημογραφικά και κλινικά χαρακτηριστικά των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον

Χαρακτηριστικά	Μέσος όρος $\pm$ ΤΑ
Ηλικία (έτη)	$66,25 \pm 7,93$
Ύψος (m)	$1,65 \pm 0,13$
Βάρος (kg)	$81,58 \pm 14,85$
Διάρκεια από τη διάγνωση (έτη)	$2,97 \pm 3,19$
UPDRS	$19,58 \pm 11,67$
UPDRS III	$11,67 \pm 9,53$

*ΤΑ: Τυπική απόκλιση, UPDRS: Unified Parkinson's Disease Rating Scale

Πίνακας 2. Συντελεστής εσωτερικής συσχέτισης (ICC) των χωροχρονικών παραμέτρων της βάδισης για το δεξί (Δ) και το αριστερό (Α) κάτω άκρο των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον.

Μεταβλητή		PRE		POST		ALL	
		ICC1	ICC10	ICC1	ICC10	ICC1	ICC20
Ρυθμός βάδισης (steps/min)	Δ	.878	.986	.932	.993	.864	.992
	Α	.888	.988	.937	.993	.858	.992
Διάρκεια διασκελισμού (s)	Δ	.855	.983	.925	.992	.844	.977
	Α	.874	.986	.936	.993	.844	.991
Διάρκεια βήματος (s)	Δ	.773	.971	.887	.987	.820	.989
	Α	.869	.985	.866	.985	.741	.983
Διάρκεια στήριξης (s)	Δ	.876	.986	.943	.994	.843	.991
	Α	.924	.992	.926	.992	.889	.994
Διάρκεια αιώρησης (s)	Δ	.779	.972	.786	.974	.833	.990
	Α	.744	.967	.852	.983	.713	.980
Διάρκεια μονής στήριξης (s)	Δ	.830	.980	.827	.979	.827	.990
	Α	.766	.970	.794	.975	.837	.990
Διάρκεια διπλής στήριξης (s)	Δ	.918	.991	.870	.985	.863	.992
	Α	.919	.991	.892	.988	.847	.991
Λόγος αιώρησης / στήριξης	Δ	.781	.973	.707	.960	.762	.985
	Α	.795	.975	.818	.978	.794	.987
Μήκος διασκελισμού (cm)	Δ	.981	.998	.970	.997	.961	.998
	Α	.974	.997	.968	.997	.939	.997
Μήκος βήματος (cm)	Δ	.975	.997	.964	.996	.949	.997
	Α	.947	.994	.946	.994	.905	.995
Ταχύτητα βάδισης (m/sec)	Δ	.790	.974	.966	.997	.759	.984
	Α	.715	.962	.698	.959	.703	.979
Λόγος βαδίσματος (cm/steps/men)	Δ	.876	.986	.904	.989	.891	.994
	Α	.851	.983	.859	.984	.852	.991
Πλάτος βήματος (cm)	Δ	.933	.993	.928	.992	.918	.996
	Α	.884	.987	.845	.982	.838	.990
Γωνία ποδιού (deg)	Δ	.873	.986	.879	.986	.757	.984
	Α	.911	.990	.882	.987	.784	.986

(9281B11 και 9281CA), τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή μέρους των δεδομένων στιγμών (επαφή της φτέρνας στο έδαφος, απογείωση των δακτύλων από το έδαφος) σε κάθε διασκελισμό που εξετάστηκε.

Για την μέτρηση της ταχύτητας βάδισης των ασθενών χρησιμοποιήθηκαν δυο ζεύγη φωτοκύτταρων, τα οποία ήταν τοποθετημένα κάθετα στο διάδρομο βάδισης και δυο μέτρα πριν και μετά τη μέση γραμμή των δυναμοδαπέδων. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε μια

ράβδος διατήρησης της ταχύτητας, η οποία κινείται παράλληλα με τον διάδρομο βάδισης και ρυθμιζόταν από τους ερευνητές ώστε να κινείται σύμφωνα με τη μέση ταχύτητα βάδισης του κάθε ασθενή.

Διαδικασία

Οι ασθενείς προσέρχονταν χωριστά στο χώρο των μετρήσεων χωρίς να έχουν προηγουμένως συμμετάσχει σε κάποια έντονη φυσική δραστηριότητα. Κατά την προσέλευση τους γινόταν καταγραφή των σωμα-

τομετρικών τους χαρακτηριστικών και ακολουθούσε η τοποθέτηση σφαιρικών ανακλυστήρων σε επιλεγμένα σημεία του σώματος και στα δυο κάτω άκρα, σύμφωνα με το πρωτόκολλο PlugInGait (κεφαλή του 2ου μεταταρσίου, οπίσθιο άκρο της πτέρνας, έξω σφυρό, κνήμη, έξω μηριαίο κόνδυλο, μηρό, πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα, οπίσθια άνω λαγόνια άκανθα). Η τοποθέτηση των ανακλυστήρων πραγματοποιήθηκε από τον ίδιο ερευνητή σε όλους τους ασθενείς που εξετάστηκαν.

Μετά την τοποθέτηση των ανακλυστήρων οι ασθενείς πραγματοποιούσαν 10 προσπάθειες βάρδισης σε φυσική ταχύτητα για εξοικείωση με το χώρο, τον εξοπλισμό και τη διαδικασία των μετρήσεων. Η ταχύτητα βάρδισης κατά την εκτέλεση των παραπάνω προσπαθειών καταγραφόταν από τα φωτοκύτταρα και χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας του κάθε ασθενή ξεχωριστά. Στη συνέχεια η ράβδος διατήρησης της ταχύτητας ρυθμιζόταν ώστε να κινείται σύμφωνα με την παραπάνω μέση ταχύτητα.

Κατά την κυρίως μέτρηση οι ασθενείς εκτέλεσαν 10 διαδοχικές έγκυρες προσπάθειες βάρδισης, στην ταχύτητα που είχε οριστεί νωρίτερα, γεγονός που επιτεύχθηκε ακολουθώντας τη ράβδο διατήρησης της ταχύτητας.

Μετά το τέλος των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε αυτόματη ψηφιοποίηση των εικόνων και προσδιορίστηκαν οι τρισδιάστατες συντεταγμένες της θέσης του κάθε ανακλυστήρα με την βοήθεια του λογισμικού

Nexus 1.3.106 της Vicon. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν, για κάθε μία από τις δέκα προσπάθειες βάρδισης, οι παρακάτω χωροχρονικές παράμετροι: ρυθμός βάρδισης (βήματα/ λεπτό), διάρκεια διασκελισμού (s), διάρκεια βήματος (s), διάρκεια στήριξης (s), διάρκεια αιώρησης (s), διάρκεια μονής στήριξης (s), διάρκεια διπλής στήριξης (s), λόγος αιώρησης/στήριξης, μήκος διασκελισμού (cm), μήκος βήματος (cm), ταχύτητα βάρδισης (m/s), λόγος βαδίσματος (μήκος βήματος/ ρυθμό βάρδισης), πλάτος βήματος (cm) και γωνία ποδιού (deg).

Στατιστική Ανάλυση

Αρχικά ελέγχθηκε η κανονικότητα της κατανομής όλων των χωροχρονικών παραμέτρων με το μη παραμετρικό τεστ Kolmogorov-Smirnov. Στη συνέχεια για τον έλεγχο της επαναληψιμότητας των παραμέτρων που μελετήθηκαν, υπολογίστηκε για το κάθε κάτω άκρο, ο συντελεστής εσωτερικής συσχέτισης (intra-class correlation coefficient – ICC) τόσο για το σύνολο των 10 προσπαθειών που καταγράφηκαν όσο και για μια μεμονωμένη προσπάθεια. Επίσης, για τον έλεγχο της σταθερότητας, μεταξύ των δυο μετρήσεων, υπολογίστηκε το σταθερό σφάλμα της μέτρησης (SEM) και τα όρια συμφωνίας (LOA). Επιπλέον, για τον έλεγχο των διαφορών ανάμεσα στην πρώτη και τη δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε t-test για εξαρτημένα δείγματα. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας στην παρούσα έρευνα ορίστηκε το $p < .05$.

Πίνακας 3. Σταθερό σφάλμα μέτρησης (SEM) και όρια συμφωνίας (LOA) των τιμών των χωροχρονικών παραμέτρων, μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης, κατά τη βάρδιση για το δεξί (Δ) και το αριστερό (Α) κάτω άκρο των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον.

Μεταβλητή	SEM		LOA	
	Δ	Α	Δ	Α
Ρυθμός βάρδισης (steps/min)	2,03	1,92	114,92 ± 3,44	115,62 ± 3,55
Διάρκεια διασκελισμού (s)	0,02	0,02	1,05 ± 0,04	1,04 ± 0,04
Διάρκεια βήματος (s)	0,01	0,01	0,53 ± 0,03	0,51 ± 0,01
Διάρκεια στήριξης (s)	0,02	0,02	0,64 ± 0,02	0,64 ± 0,04
Διάρκεια αιώρησης (s)	0,02	0,00	0,41 ± 0,04	0,40 ± 0,01
Διάρκεια μονής στήριξης (s)	0,01	0,01	0,40 ± 0,01	0,41 ± 0,02
Διάρκεια διπλής στήριξης (s)	0,01	0,01	0,24 ± 0,02	0,23 ± 0,02
Λόγος αιώρησης / στήριξης	0,04	0,01	0,65 ± 0,03	0,62 ± 0,02
Μήκος διασκελισμού (cm)	2,81	2,39	120,86 ± 5,45	120,71 ± 5,65
Μήκος βήματος (cm)	1,46	1,26	60,08 ± 2,50	60,52 ± 2,87
Ταχύτητα βάρδισης (m/sec)	0,03	0,03	1,17 ± 0,07	1,18 ± 0,06
Λόγος βαδίσματος (cm/steps/min)	0,10	0,15	3,14 ± 0,31	3,14 ± 0,49
Πλάτος βήματος (cm)	0,76	0,74	16,19 ± 1,42	15,84 ± 1,40
Γωνία ποδιού (deg)	1,83	2,5	8,47 ± 2,62	8,83 ± 1,80

Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 2. Παρουσιάζονται οι συντελεστές εσωτερικής συσχέτισης (ICC) των χωροχρονικών παραμέτρων του βαδίσματος για το δεξί και το αριστερό κάτω άκρο των εξεταζόμενων.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι οι περισσότερες χωροχρονικές παράμετροι που μελετήθηκαν είχαν άριστη επαναληπτικότητα ($ICC > .95$) για το σύνολο των δέκα προσπαθειών. Οι τιμές του ICC για μια μεμονωμένη προσπάθεια ήταν χαμηλότερες αλλήλ παρόμοιαν καλές ($> .80$) για τις περισσότερες από τις παραμέτρους (ρυθμό βάδισης, διάρκεια στήριξης, διάρκεια διπλής στήριξης, μήκος βήματος, μήκος διασκελισμού, λόγος βαδίσματος και πλάτος βάδισης).

Στον Πίνακα 3. Παρουσιάζονται το σταθερό σφάλμα μέτρησης (SEM) και τα όρια συμφωνίας (LOA) των χωροχρονικών παραμέτρων του βαδίσματος για το δεξί και το αριστερό κάτω άκρο των εξεταζόμενων.

Επίσης, οι τιμές των δεικτών αξιοπιστίας (σφάλμα της μέτρησης και όρια συμφωνίας) ήταν μικρότερες του 10% για όλες τις μεταβλητές σε σχέση με το μέγεθος των τιμών των συγκεκριμένων μεταβλητών, με εξαίρεση τη γωνία ποδιού.

Τέλος, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στους ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον, σε καμία από τις χωροχρονικές παραμέτρους που μελετήθηκαν.

Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη είχε ως σκοπό να μελετήσει την αξιοπιστία επιλεγμένων παραμέτρων του χώρου και του χρόνου κατά τη βάδισι ασθενών με νόσο του Πάρκινσον. Αξιολογήθηκε ταυτόχρονα εξαιρετικά μεγάλος αριθμός χωροχρονικών παραμέτρων (14 συνολικά) σε ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον, γεγονός που δεν έχουμε βρει στη βιβλιογραφία σε αντίστοιχη εργασία.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η πλειοψηφία των χωροχρονικών παραμέτρων που μελετήθηκαν παρουσίασαν πολύ καλές τιμές επαναληπτικότητας για το σύνολο των 10 προσπαθειών που καταγράφηκαν. Τις μικρότερες τιμές επαναληπτικότητας εμφάνισαν ο λόγος αιώρησης/στήριξης ($ICC > .960$), η ταχύτητα βάδισης ($ICC > .962$) και η διάρκεια βήματος ($ICC > .967$) αλλήλ και αυτές ήταν αρκετά καλές.

Αντίθετα, όταν υπολογίστηκε η επαναληπτικότητα της κάθε παραμέτρου για μια μεμονωμένη προσπάθεια οι τιμές του ICC μειώθηκαν σημαντικά και η επαναληπτικότητα κυμάνθηκε από μέτρια έως και καλή (.698-.981) ανάλογα με την παράμετρο. Οι πιο αξιόπιστες παράμετροι ήταν ο ρυθμός βάδισης ($ICC1 > .858$), ο λόγος βαδίσματος ($ICC1 > .852$) η διάρκεια διπλής στήριξης ($ICC1 > .847$), η διάρκεια διασκελισμού ($ICC1 > .844$) και το πλάτος βήματος ($ICC1 > .838$).

Οι τιμές αυτές της επαναληπτικότητας που παρατη-

ρήθηκαν στην παρούσα μελέτη συμφωνούν εν μέρει με μια πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Galna και συν.¹⁵ (2013) και αφορούσε στη μελέτη της μεταβλητότητας της βάδισης ασθενών με νόσο του Πάρκινσον, όταν αυτή εκτελείται συνεχόμενα ή διακοπτόμενα. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι όταν οι ασθενείς βάδιζαν συνεχόμενα οι τιμές της επαναληπτικότητας που εμφάνιζαν ήταν αρκετά καλύτερες σε σχέση με την διακοπτόμενη βάδισι. Στην έρευνα μας, παρόλο που το πρωτόκολλο της μέτρησης περιελάμβανε διακοπτόμενη βάδισι, οι τιμές της επαναληπτικότητας και των ορίων συμφωνίας που καταγράφηκαν ήταν παρόμοιες με τις τιμές για τη συνεχόμενη βάδισι και σε μερικές περιπτώσεις καλύτερες (ταχύτητα βάδισης).

Το αποτέλεσμα αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι αρκετοί από τους ασθενείς που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη, οι οποίοι ήταν καλά ρυθμισμένοι με την φαρμακευτική τους αγωγή, βρίσκονταν στα αρχικά στάδια της ασθένειας (διάρκεια διάγνωσης ≤ 2 χρόνια) και πιθανότατα η βάδισι τους δεν είχε επηρεαστεί ακόμα σημαντικά. Σύμφωνα με τους Hausdorff και συν.²⁰ η μεταβλητότητα των χωροχρονικών παραμέτρων της βάδισης αυξάνεται σημαντικά όσο εξελίσσεται η νόσος του Πάρκινσον. Επίσης, τα πρώτα 3-5 χρόνια από την εμφάνιση της ασθένειας οι ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον συνήθως παρουσιάζουν μια σταθερή ανταπόκριση στη λεβοντόπα και δεν εμφανίζουν διακυμάνσεις στις κινητικές τους επιδόσεις λόγω της αντι-παρκινσονικής αγωγής.¹⁹

Συμπερασματικά, οι χωροχρονικές παράμετροι της βάδισης σε ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον εμφανίζουν αρκετά καλή επαναληπτικότητα ιδίως όταν υπολογίζεται για το σύνολο των 10 προσπαθειών βάδισης. Για αυτό συνιστάται στην αξιολόγηση της βάδισης των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον να καταγράφονται τουλάχιστον 10 προσπάθειες ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη αξιοπιστία των παραμέτρων. Η καλή αξιοπιστία της μεθόδου μπορεί να είναι χρήσιμο εργαλείο στην έγκαιρη ανίχνευση κινητικών διαταραχών και δυνατικά να βοηθήσει στην αντικειμενική αξιολόγηση της κινητικής επιβάρυνσης στην εξέλιξη της νόσου. Επιπλέον, μελέτες σε πιο προχωρημένα στάδια σε επιλεγμένους ασθενείς θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε περαιτέρω συμπεράσματα για τη σχετική χρησιμότητα.

Βιβλιογραφία

1. Morris, M. E., Huxham, F., McGinley, J., Dodd, K., & Iansek, R. (2001). The biomechanics and motor control of gait in Parkinson's Disease. *Clinical Biomechanics*, 16, pp. 459-470.
2. Lim, L. I., van Wegen, E., de Goede, C., Jones, D., Rochester, L., Vetherington, V., et al. (2005). Measuring gait and gait-related activities in Parkinson's patients own home environment: a reliability, responsiveness and feasibility study. *Parkinsonism and Related Disorders*, 11, pp. 19-24.

3. Pahwa, R., & Koller, W. (1997). Gait disorders in Parkinsonism and other movement disorders. In J. Masdeu, L. Sudarsky, & L. Wolfson, Gait disorders of aging. Falls and therapeutic strategies. (pp. 209-220). Philadelphia: Lipincott-Raven.
4. Balash, Y., Peretz, C., Leibovich, G., Herman, T., Hausdorff, J., & Giladi, N. (2005). Falls in outpatients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 252, pp. 1310-1315.
5. Peppe, A., Chiavalon, C., Pasqualetti, P., Crovato, D., & Caltagirone, C. (2007). Does gait analysis quantify motor rehabilitation efficacy in Parkinson's disease patients? *Gait & Posture*, 26, pp. 452-462.
6. Ferber, R., McClay Davis, I., Williams III, D., & Laughton, C. (2002). A comparison of within- and between-day reliability of discrete 3D lower extremity variables in runners. *Journal of Orthopaedic Research*, 20, pp. 1139-1145.
7. Fisher, B. E., Wu, A. D., Salem, G. J., Song, J., Lin, C., Yip, J., et al. (2008). The effect of exercise training in improving motor performance and corticomotor excitability in people with Parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*(89), pp. 1221-1229.
8. Hackney, M. E., & Earhart, G. M. (2008). Tai Chi improves balance and mobility in people with Parkinson's disease. *Gait and Posture*, 28(3), pp. 456-460.
9. Pohl, M., Rockstroh, G., Ruckriem, S., Mrass, G., & Mehrholz, J. (2003). Immediate effects of speed-dependent treadmill training on gait parameters in early Parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, pp. 1760-1766.
10. Krystkowiak, P., Blatt, J.-L., Bourriez, J.-L., Duhamel, A., Perina, M., Kemoun, G., et al. (2001). Chronic bilateral pallidal stimulation and levodopa do not improve gait in the same way in Parkinson's disease: a study using a video motion analysis system. *Journal of Neurology*, 248, pp. 944-949.
11. Xie, J., Krack, P., Benabid, A.-L., & Pollak, P. (2001). Effects of bilateral subthalamic nucleus stimulation on parkinsonian gait. *Journal of Neurology*, 248, pp. 1068-1072.
12. Hausdorff, J. M., Rios, D. A., & Edelberg, H. K. (2001). Gait variability and fall risk in community-living older adults: A 1-year prospective study. *Archives of Physical Medicine and rehabilitation*, 82, pp. 1050-1056.
13. Hausdorff, J. M., Edelberg, H. K., Mitchell, S. L., Goldberger, A. L., & Wei, J. Y. (1997). Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, pp. 278-283.
14. Bovonsunthonchai, S., Vachalathiti, R., Pisarnpong, A., Khobhun, F., & Heingkaew, V. (2014). Spatiotemporal gait parameters for patients with Parkinson's disease compared with normal individuals. *Physiotherapy Research International*, 19, pp. 158-165.
15. Galna, B., Lord, S., & Rochester, L. (2013). Is gait variability reliable in older adults and Parkinson's disease? *Gait and Posture*, 37, pp. 580-585.
16. Hausdorff, J. M., Lowenthal, J., Herman, T., Gruendlinger, L., Peretz, C., & Giladi, N. (2007). Phythmic auditory stimulation modulates gait variability in Parkinson's disease. *European Journal of Neuroscience*, 26, pp. 2369-2375.
17. Baltadjieva, R., Giladi, N., Gruendlinger, L., Peretz, C., & Hausdorff, J. M. (2006). Marked alterations in the gait timing and rhythmicity of patients with de novo Parkinson's disease. *European Journal of Neuroscience*, 24, pp. 1815-1820.
18. Yogev, G., Giladi, N., Peretz, C., Springer, S., Simon, E. S., & Hausdorff, J. M. (2005). Dual tasking rhythmicity, and Parkinson's disease: Which aspects of gait are attention demanding? *European Journal of Neuroscience*, 22, pp. 1248-1256.
19. MacKay-Lyons, M. (1998). Variability in spatiotemporal gait characteristics over the course of the L-dopa cycle in people with advanced Parkinson's disease. *Physical Therapy*, 78(10), pp. 1083-1094.
20. Hausdorff, J. M., Cudkowicz, M. E., Firtion, R., Wei, J. Y., & Goldberger, A. L. (1998). Gait variability and basal ganglia disorders: Stride-to-stride variations of gait cycle timing in Parkinson's disease and Huntington's disease. *Movement Disorders*, 13(3), pp. 428-437.
21. Blin, O., Ferrandez, A. M., & Serratrice, G. (1990). Quantitative analysis of gait in Parkinson's patients: increased variability of stride length. *Journal of the Neurological Sciences*, 98, pp. 91-97.