

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΑ ΧΩΡΟ-ΧΡΟΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΑΔΙΣΗΣ

Φωτιάδου Σ.^{1,2}, Αγγελούσης Ν.¹, Γούργουλης Β.¹, Μάλλιου Β.¹, Γιαννακού Ε.¹, Ηλιόπουλος Ι.², Βαδικόλιας Κ.², Τερζούδη Α.², Πιπερίδου Χ.²

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

² Πανεπιστημιακή Νευρολογική Κλινική, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Έβρου, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη

Περίληψη

Εισαγωγή: Σύμφωνα με τις αναθεωρημένες συστάσεις του 2014 από το Συμβούλιο της ΑΗΑ/ΑΣΑ, οι ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (ΑΕΕ) θα πρέπει να ακολουθούν πρόγραμμα αερόβιας άσκησης και ενδυνάμωσης 3-5 φορές την εβδομάδα. **Σκοπός:** Η μελέτη της επίδρασης ενός προγράμματος άσκησης σχεδιασμένο σύμφωνα με τις συστάσεις του Συμβουλίου της ΑΗΑ/ΑΣΑ, στα χωρο-χρονικά χαρακτηριστικά βάδισης ασθενών με εγκεφαλικό έμφρακτο, 12-18 μήνες μετά το επεισόδιο. **Μέθοδος:** Έξι ασθενείς με ήπια ημιπάρεση σε έδαφος ισχαιμικού ΑΕΕ, ακολούθησαν ένα πρόγραμμα άσκησης, διάρκειας περίπου μιας ώρας την ημέρα, τρεις φορές την εβδομάδα, για δύο μήνες. Το πρόγραμμα περιλάμβανε ασκήσεις ενδυνάμωσης, αντοχής, νευρομυϊκής συναρμογής και ευλυγισίας. Μία δεύτερη ομάδα έξι ασθενών με ΑΕΕ παρόμοιας κλινικής εικόνας αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου. Οι ασθενείς αυτοί συνέχισαν αποκλειστικά τις συνήθεις καθημερινές δραστηριότητές τους. Όλοι οι ασθενείς αξιολογήθηκαν, πριν και μετά την παρέμβαση, ως προς την ταχύτητα και τη συχνότητα βάδισης, ως προς τη διάρκεια και το μήκος διασκελισμού και βήματος, καθώς και ως προς τη διάρκεια μονής και διπλής στήριξης, με τη χρήση ενός τρισδιάστατου συστήματος ανάλυσης της βάδισης που αποτελούνταν από έξι υπέρυθρες κάμερες. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη δοκιμασία T-test κατά ζεύγη. **Αποτελέσματα:** Ο χρόνος διπλής στήριξης και η διάρκεια διασκελισμού και βήματος του παρειακού ποδιού μειώθηκαν σημαντικά κατά τη δεύτερη μέτρηση στους ασθενείς της ομάδας παρέμβασης, ενώ η συχνότητα βάδισης του παρειακού ποδιού αυξήθηκε σημαντικά στην ίδια ομάδα. **Συμπεράσματα:** Τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά της θετικής επίδρασης που είχε η άσκηση στην ισορροπία, στη δύναμη ή στην ευκίνησή των ασθενών ή στον συνδυασμό των παραπάνω ικανοτήτων.

Λέξεις ευρητηρίου: Αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, αποκατάσταση, ανάλυση βάδισης, χωρο-χρονικές παράμετροι

REHABILITATION OF STROKE PATIENTS: EFFECTS OF AN EXERCISE PROGRAM ON SPATIO-TEMPORAL GAIT PARAMETERS

Fotiadou S.^{1,2}, Aggeloussis N.¹, Gourgoulis V.¹, Malliou P.¹, Giannakou E.¹, Heliopoulos I.², Vadikolias K.², Terzoudi A.², Piperidou C.²

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

² Neurology Department, University General Hospital of Evros, Democritus University of Thrace, Alexandroupolis

Abstract

Background: According to the updated recommendations published in 2014 by the Council of American Heart Association and American Stroke Association (AHA/ASA), stroke survivors should follow aerobic workout and strength training 3-5 times a week. **Objective:** The purpose of this study was to assess the impact of an exercise program, based on the recommendations by the Council of AHA/ASA, on spatio-temporal gait parameters of chronic stroke survivors, 12-18 months after the incident. **Method:** Six stroke patients with mild hemiparesis, followed an exercise program lasting about 60 minutes three times a week, for two months, consisted by aerobic, strength, flexibility and neuromuscular exercises. Six other patients, with similar clinical characteristics, constituted the control group, continued their usual daily activities. Gait velocity and cadence, step and stride length and time, single and double support time were the spatio-

temporal gait parameters that assessed, before and after the intervention, using a three-dimensional gait analysis system, consisted by six infrared cameras. Statistical analysis was made with paired T-test. **Results:** Double support, step and stride times of paretic leg were significantly decreased in the second measurement in the intervention group, while gait cadence of paretic leg was significantly increased in the same group. **Conclusions:** Results are indicative of the positive effect that exercise had on strength, balance, flexibility or on combination of the above.

Key words: Stroke, Rehabilitation, Gait analysis, Spatiotemporal parameters

Εισαγωγή

Το ΑΕΕ είναι η συχνότερη αιτία σοβαρής μακροχρόνιας αναπηρίας¹. Εκτιμάται ότι μία στις πέντε γυναίκες και ένας στους έξι άνδρες θα υποστούν ένα ΑΕΕ ως την ηλικία των 75 ετών, με την επίπτωση να αυξάνει με την ηλικία². Με βάση την τελευταία απογραφή, στον ελληνικό πληθυσμό υπολογίζονται περίπου 30.0000 νέα περιστατικά το χρόνο³. Δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα για το οικονομικό κόστος στην Ελλάδα. Αναφέρεται κόστος περί τα 300 ευρώ την ημέρα ανά ασθενή⁴. Μετά τη νοσηλεία, η εκτίμηση για το κόστος είναι ακόμη δυσκολότερη. Σε σχετική δημοσίευση αναφέρεται κόστος 600 περίπου ευρώ το μήνα κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης⁵, με τα ασφαλιστικά ταμεία να δικαιολογούν έξοδα αποκατάστασης έως έξι μήνες μετά το επεισόδιο ή έως και ένα χρόνο, για τις πιο βαριές περιπτώσεις⁶. Αν και ο ρυθμός αποκατάστασης των νευρολογικών ελλειμμάτων είναι ταχύς τις πρώτες τέσσερις εβδομάδες και επιβραδύνεται σημαντικά μεταξύ τριών και έξι μηνών μετά το ΑΕΕ⁷, η βελτίωση της λειτουργικότητας φαίνεται να επεκτείνεται και πέραν αυτού του διαστήματος, πιθανά μέσω ανάπτυξης αντισταθμιστικών στρατηγικών έναντι των νευρολογικών ελλειμμάτων⁸.

Κύριος στόχος της αποκατάστασης μετά το ΑΕΕ είναι να βοηθήσει τους ασθενείς να επιτύχουν τη μέγιστη δυνατή ατομική επίδοση, σωματική και ψυχολογική, ανακτώντας ένα επίπεδο λειτουργικής ανεξαρτησίας που θα τους επιτρέψει να επανενταχθούν κατά το δυνατό στην κοινωνική ζωή⁹. Ωστόσο, οι ασθενείς συχνά υιοθετούν έναν καθιστικό τρόπο ζωής^{10,11}, που οδηγεί σε εξάρτηση από άλλα άτομα, αλληλά και σε αυξημένο κίνδυνο για πτώσεις και για υποτροπή του εγκεφαλικού επεισοδίου ή άλλων καρδιαγγειακών συμβαμάτων. Το Συμβούλιο της Αμερικάνικης Εταιρείας Καρδιάς και Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου (AHA/ASA)¹², το 2014, εξέδωσε αναθεωρημένες συστάσεις για την άσκηση των ασθενών με ΑΕΕ, σε όλα τα στάδια της ανάρρωσής τους. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης ενός προγράμματος άσκησης, βασισμένο στις συστάσεις του Συμβουλίου της AHA/ASA, στα χωρο-χρονικά χαρακτηριστικά βάδισης ασθενών με ισχαιμικό ΑΕΕ στη χρόνια φάση της ανάρρωσης, μετά την ολοκλήρωση της συνήθους αποκατάστασης.

Μέθοδος

Δείγμα

Δώδεκα ασθενείς, επτά άνδρες και πέντε γυναίκες, ηλικίας 67.33 ± 9.14 , που νοσηλεύτηκαν στο Γενικό Νοσοκομείο Κομοτηνής λόγω ΑΕΕ, χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, μία ομάδα παρέμβασης και μία ομάδα ελέγχου. Οι εννιά είχαν ήπια δεξιά ημιπάρεση και οι τρεις αριστερή. Τα χαρακτηριστικά των ασθενών φαίνονται στον Πίνακα Ι. Κριτήρια για την ένταξη στη μελέτη ήταν (1) η νοσηλεία για ισχαιμικό ΑΕΕ 12 έως 18 μήνες πριν την αρχική αξιολόγηση, (2) η ικανότητα βάδισης χωρίς τη χρήση βοηθητικών μέσων ή ορθωτικών συσκευών, (3) η ικανότητα κατανόησης και εκτέλεσης απλών οδηγιών και (4) η καλή όραση. Ασθενείς με ιστορικό άλλων νευρομυϊκών, μυοσκελετικών ή σοβαρών καρδιαγγειακών παθήσεων αποκλείστηκαν από τη μελέτη. Οι ασθενείς, αφού ενημερώθηκαν για τον σκοπό και το πρωτόκολλο της έρευνας, συμπλήρωσαν υπεύθυνα δήλωση εκούσιας συμμετοχής. Επιπλέον, αυτοί της ομάδας παρέμβασης, υποβλήθηκαν σε ιατρικές εξετάσεις (κλινική εξέταση από καρδιολόγο, ακτινογραφία θώρακος, ηλεκτροκαρδιογράφημα και υπερηχοκαρδιογράφημα).

Παρέμβαση

Οι ασθενείς της ομάδας ελέγχου συνέχισαν τις συνήθεις καθημερινές δραστηριότητές τους, ενώ οι ασθενείς της ομάδας παρέμβασης ακολούθησαν ένα πρόγραμμα διάρκειας οκτώ εβδομάδων που περιλάμβανε ασκήσεις ενδυνάμωσης, ισορροπίας, ευλιγισίας και αντοχής, σύμφωνα με τις συστάσεις του Συμβουλίου της AHA/ASA για την άσκηση των ασθενών με ΑΕΕ¹². Συνοπτικά το περιεχόμενο των οδηγιών φαίνεται στον Πίνακα ΙΙ. Τα στοιχεία της επιβάρυνσης και οι βασικές αρχές της άσκησης καθορίστηκαν από τις οδηγίες του Αμερικάνικου Κολλεγίου Αθλητικής Ιατρικής (ACSM)¹³.

Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των τριών ατόμων, ανάλογα με το επίπεδο ανάκτησης της βάδισης και ασκούσαν για μία περίπου ώρα την ημέρα, τρεις φορές την εβδομάδα. Ο σχεδιασμός της παρέμβασης σε μικρές ομάδες βασίστηκε στο γεγονός ότι η άσκηση σε ομάδες είναι ευχάριστη, αυξάνει τη συμμόρφωση και μειώνει την οικονομική επιβάρυνση του ασθενή συγκριτικά με τις ατομικές συνεδρίες,

Πίνακας I. Χαρακτηριστικά ασθενών (Ε: ομάδα ελέγχου, Π: ομάδα παρέμβασης, Α: Άρρεν, Θ: Θήλυ, ΔΕ: Δεξιά, ΑΡ: Αριστερά, NIHSS: National Institutes of Health Scale, mRS: modified Rankin Scale)

A/a	Ομάδα	Φύλο	Ηλικία (έτη)	Ύψος (cm)	Βάρος (Kg)	Παρετική πλευρά	Διάστημα από το ΑΕΕ (μήνες)	mRS	BARTHEL INDEX	NIHSS
1	Ε	Α	69	169.5	87	ΔΕ	17	2	95	3
2	Π	Θ	58	141	60	ΔΕ	12	3	80	4
3	Ε	Α	73	162	66	ΔΕ	13	3	80	4
4	Π	Α	67	160	69	ΔΕ	18	2	100	3
5	Ε	Α	76	174	99	ΑΡ	14	2	100	2
6	Ε	Θ	52	152	63	ΔΕ	12	2	90	4
7	Π	Θ	53	173	105	ΔΕ	15	1	100	2
8	Ε	Α	61	169	80	ΔΕ	14	1	100	2
9	Π	Α	63	162	71	ΑΡ	17	2	85	4
10	Π	Θ	73	152	63	ΑΡ	14	2	100	2
11	Ε	Α	73	158.5	77	ΔΕ	13	3	80	4
12	Π	Θ	74	143	68	ΔΕ	18	4	80	6

Πίνακας II. Οδηγίες ΑΗΑ για την άσκηση ασθενών με ΑΕΕ

Τύπος άσκησης	Ένταση / συχνότητα / διάρκεια
Αερόβια ικανότητα Δραστηριότητες μεγάλων μυϊκών ομάδων (π.χ. βόδιση, στατικό ποδήλατο, λειτουργικές δραστηριότητες από καθιστή θέση)	55-80% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού (11-14RPE) 3-5 ημέρες / εβδομάδα 20-60 λεπτά / συνεδρία
Ενδυνάμωση Ασκήσεις αντιστάσεων με ελεύθερα βάρη, ελαστικούς ιμάντες κ.λπ. – κυκλική προπόνηση – λειτουργική κινητικότητα	1-3 σετ των 10-15 επαναλήψεων για 8-10 ασκήσεις μεγάλων μυϊκών ομάδων 2-3 ημέρες / εβδομάδα
Ευλιγεία Διατάσεις (κορμός, άνω και κάτω άκρα)	2-3 μέρες / εβδομάδα Διάρκεια κάθε διάταξης: 10-30"
Νευρομυϊκή συναρμογή Δραστηριότητες ισορροπίας και συντονισμού	2-3 ημέρες / εβδομάδα

ενώ παράλληλα ο μικρός αριθμός ατόμων σε κάθε ομάδα επιτρέπει τον επαρκή έλεγχο του κάθε ασθενή. Οι συνεδρίες ξεκινούσαν με προθέρμανση διάρκειας 5-10 λεπτών, με την εκτέλεση αερόβιων δραστηριοτήτων χαμηλής έντασης και διατακτικών ασκήσεων. Στη συνέχεια ακολουθούσε το κύριο μέρος της άσκησης και τέλος γινόταν αποθεραπεία, με αερόβιες ασκήσεις χαμηλής έντασης και ασκήσεις διατάσεων διάρκειας πέντε λεπτών. Αναλυτικότερα το κύριο μέρος της άσκησης ήταν δομημένο ως εξής:

(i) Ασκήσεις νευρομυϊκής συναρμογής δύο φορές την εβδομάδα, για 20 λεπτά, με μπάλες ισορροπίας, στεφάνια, μπάλες ενόργανης γυμναστικής ή με το βάρος του σώματος και τη χρήση διαφόρων αντικειμένων του χώρου, καθώς και μέσω μουσικο-χορευτικών προγραμμάτων. Κατά τις πρώτες συνεδρίες ιδιαίτε-

ρη σημασία δινόταν στην άρτια τεχνική εκτέλεση των ασκήσεων. Προοδευτικά αυξανόταν ο βαθμός δυσκολίας με μείωση του εύρους της βάσης στήριξης (αρχικά εκτέλεση από καθιστή θέση, στη συνέχεια από όρθια θέση με στήριξη σε καρέκλα, αργότερα χωρίς τη βοήθεια της καρέκλας, μετέπειτα από θέση Tandem και τέλος από μονοποδική στήριξη). Άλλες μέθοδοι προοδευτικής επιβάρυνσης ήταν η μείωση των αισθητικών ερεθισμάτων με εκτέλεση των ασκήσεων με κλειστά μάτια και η διατάραξη της ισορροπίας με ταυτόχρονες δυναμικές δραστηριότητες, όπως το πέταγμα και η υποδοχή μπάλας. Λειτουργικές ασκήσεις όπως η μετακίνηση ανάμεσα από αντικείμενα και οι αλληλαγές κατεύθυνσης κίνησης, καθώς και η πλάγια και η όπισθεν μετακίνηση, κατείχαν εξέχουσα θέση στο πρόγραμμα. Στόχος αυτού του μέρους της άσκ-

σης ήταν η βελτίωση της ισορροπίας και επομένως η πρόληψη των πτώσεων και των τραυματισμών, που οδηγούν σε υποβάθμιση της ποιότητας ζωής και σε αυξημένο κίνδυνο θνησιμότητας¹³.

(ii) Ασκήσεις ενδυνάμωσης δύο ημέρες ανά εβδομάδα. Κατά τη διάρκεια των τεσσάρων πρώτων εβδομάδων δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην αντοχή στη δύναμη, ενώ στη συνέχεια στην ταχυδύναμη. Συγκεκριμένα, κατά τις πρώτες εβδομάδες, οι ασκήσεις ενδυνάμωσης εκτελούνταν σε χαμηλή έως μέτρια ένταση, με μεγάλο αριθμό επαναλήψεων και μικρό διάλειμμα, ενώ στην συνέχεια στόχος ήταν η γρήγορη εκτέλεση ασκήσεων με λίγες επαναλήψεις. Η αντοχή στη δύναμη είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε αρχάριους, καθώς τους προετοιμάζει να ασκούνται πιο οικονομικά, από άποψη δαπάνης ενέργειας – κόπου. Η ταχυδύναμη είναι σημαντική για την εκτέλεση δραστηριοτήτων της καθημερινότητας, όπως η έγερση από καρέκλα και η γρήγορη επαναφορά της ισορροπίας μετά από διατάραξη της, ικανότητα ιδιαίτερος χρήσιμη σε ηλικιωμένους¹³. Το πρόγραμμα, και στις δύο περιόδους, περιλάμβανε ασκήσεις ενδυνάμωσης μεγάλων μυϊκών ομάδων (στήθος, πλάτη, κοιλιά, ώμοι, χέρια, πόδια) με αλτήρες, μηχανήματα ενδυνάμωσης, ιατρικές μπάλες, ελαστικούς ιμάντες, ή απλά με το βάρος του σώματος. Ιδιαίτερη θέση κατείχαν κινήσεις χρήσιμες στην καθημερινότητα, όπως η έγερση από καρέκλα και την ανάβαση σκαλιών. Με το πέρας των ημερών η προοδευτική επιβάρυνση επιτυχανόταν αρχικά με την αύξηση του αριθμού των επαναλήψεων, μετά με την αύξηση των σετ κάθε άσκησης, στη συνέχεια με αύξηση του αριθμού των ασκήσεων και τέλος με αύξηση της έντασης.

(iii) Αερόβια άσκηση τρεις φορές την εβδομάδα, 30 περίπου λεπτά ανά συνεδρία, με αερόβια δραστηριότητα μέτριας έντασης, κυρίως βάδισι. Η ένταση της άσκησης καθοριζόταν από την κλίμακα Borg και από την καρδιακή συχνότητα. Η κλίμακα Borg (κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης – RPE), είναι μια οπτική 15βάθμια κλίμακα (6-20), με τη βοήθεια της οποίας οι ασκούμενοι αξιολογούν την κόπωση που νιώθουν, αγνοώντας τον μυοσκελετικό κάματο, με το έξι να αντιστοιχεί σε πάρα πολύ ήπια και το 20 σε πάρα πολύ έντονη κόπωση¹³. Στόχος ήταν η διατήρηση των παλμών στο 55-80% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, ενώ παράλληλα η κλίμακα Borg να βαθμολογείται μεταξύ 11 και 14.

(iv) Ασκήσεις ευλυγισίας δύο φορές την εβδομάδα, με στατικές ασκήσεις ή ασκήσεις με τη χρήση της τεχνικής της ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης, κατά την οποία εκτελείται εκούσια ισομετρική σύσπαση ενός μυός και ακολουθεί η διάτασή του. Η διάρκεια των ασκήσεων ευλυγισίας ήταν περίπου δεκαπέντε λεπτά ανά συνεδρία, με τρεις επαναλήψεις των 20 δευτερολέπτων σε κάθε άσκηση και ενδιάμεσο διάλειμμα 20 επιπλέον δευτερολέπτων. Στόχος ήταν η αύξηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων με αποτέλεσμα τη

βελτίωση της στάσης του σώματος και της ποιότητας των κινήσεων και συνεπώς τη μείωση της πιθανότητας τραυματισμού¹³.

Κριτήρια για διακοπή της συνεδρίας ήταν: (i) η εμφάνιση στηθάγχης ή συμπτωμάτων που έμοιαζαν με στηθάγχη, (ii) η πτώση της αρτηριακής πίεσης >10mmHg σε σχέση με την αρχική μέτρηση, παρά την αύξηση του φορτίου, (iii) η εξεσιμασμένη αύξηση της αρτηριακής πίεσης (συστολική >250mmHg ή διαστολική >115mmHg), (iv) η βράχυνση της αναπνοής, η δύσπνοια, οι κράμπες των ποδιών ή η χωλότητα, (v) τα σημεία κακής κυκλοφορίας (καρηνβαρία, σύγχυση, αταξία, ωχρότητα, κυάνωση, ναυτία, ψυχρό και υγρό δέρμα), (vi) η αποτυχία αύξησης της καρδιακής συχνότητας με την αύξηση της έντασης της άσκησης, (vii) η αξιοσημείωτη αλλοαγή του καρδιακού ρυθμού, (viii) το αίτημα του ασθενούς για διακοπή και (ix) οι σωματικές ή ηλεκτικές εκδηλώσεις σοβαρής κόπωσης¹³.

Για τον καθορισμό της επιβάρυνσης της άσκησης, οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε τεστ αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας, της δύναμης, της ευλυγισίας και της νευρομυϊκής συναρμογής, πριν από την έναρξη του προγράμματος παρέμβασης, αλλά και περιοδικά κατά τη διάρκεια του διαστήματος των οκτώ εβδομάδων. Τα τεστ αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν^{14,15}. (i) για την αερόβια ικανότητα, η εξάλεπτη δοκιμασία βάδισις (6MWT)^{16,17}, (ii) για τη δύναμη, η δοκιμασία ανόρθωσης από την καρέκλα, οι κάμψεις δικεφάλων και η δοκιμασία ανάβασης σκαλοπατιών¹⁸, (iii) για την ευλυγισία, η δίπλωση κορμού από καθιστή θέση (διάταση οσφυϊκής μοίρας και οπίσθιων μηριαίων μυών) και διάταση της ωμικής ζώνης¹⁹ και (iv) για τη νευρομυϊκή συναρμογή, το Time up and go test (TUG test) και η ισορροπία σε ένα πόδι^{17,20,21}. Ο βαθμός της επιβάρυνσης ήταν εξατομικευμένος για κάθε ασθενή, ανάλογα με τις επιδόσεις του στα σχετικά τεστ αξιολόγησης.

Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση των ασθενών έγινε στο εργαστήριο εμβιομηχανικής του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, με ένα οπτο-ηλεκτρονικό σύστημα, που αποτελούνταν από έξι υπέρυθρες κάμερες, με συχνότητα δειγματοληψίας 100 Hz (MX3+, VICON). Οι κάμερες κατέγραφαν την κίνηση 16 σφαιρικών ανακλαστών που ήταν τοποθετημένοι σε ανατομικά σημεία των σώματος των ασθενών, καθώς αυτοί περπατούσαν σε ένα διάδρομο μήκους 20 μέτρων. Οι ασθενείς της ομάδας παρέμβασης αξιολογήθηκαν πριν την έναρξη του προγράμματος της άσκησης και μετά την περάτωσή του, ενώ οι ασθενείς της ομάδας ελέγχου αξιολογήθηκαν σε μία αρχική και μία τελική μέτρηση, δύο μήνες αργότερα.

Οι χωρο-χρονικές μεταβλητές που μελετήθηκαν ήταν: (i) η διάρκεια διασκελισμού: ο χρόνος ανάμεσα

στην αρχική επαφή της πτέρνας του εξεταζόμενου ποδιού και στην επόμενη επαφή της πτέρνας του ίδιου ποδιού, (ii) η διάρκεια βήματος: ο χρόνος ανάμεσα στην αρχική επαφή της πτέρνας του αντίθετου ποδιού και στην επόμενη επαφή της πτέρνας του εξεταζόμενου ποδιού, (iii) η διάρκεια μονής στήριξης: ο χρόνος ανάμεσα στην απογείωση των δακτύλων του αντίθετου ποδιού και στην προσγείωση της πτέρνας του αντίθετου ποδιού, (iv) η διάρκεια διπλής στήριξης: το άθροισμα του χρόνου ανάμεσα στην αρχική επαφή της πτέρνας του εξεταζόμενου ποδιού και στην απογείωση των δακτύλων του αντίθετου ποδιού και του χρόνου ανάμεσα στην προσγείωση της πτέρνας του αντίθετου ποδιού και στην απογείωση των δακτύλων του εξεταζόμενου ποδιού, (v) η συχνότητα βάδισης: ο αριθμός των βημάτων στη διάρκεια ενός λεπτού, (vi) το μήκος διασκελισμού: η απόσταση μεταξύ της πτέρνας του εξεταζόμενου ποδιού κατά την πρώτη πλήρη επαφή του πέλματος και της πτέρνας του ίδιου ποδιού στην επόμενη πλήρη επαφή του πέλματος, (vii) το μήκος βήματος: η απόσταση μεταξύ της πτέρνας του αντίθετου ποδιού κατά την πλήρη επαφή του πέλματος του αντίθετου ποδιού και της πτέρνας του εξεταζόμενου ποδιού κατά την επόμενη πλήρη επαφή του πέλματος του εξεταζόμενου ποδιού και (viii) η ταχύτητα βάδισης: το γινόμενο του μήκους του διασκελισμού επί τη διάρκεια του διασκελισμού του εξεταζόμενου κάτω άκρου.

Δεδομένου ότι η ταχύτητα βάδισης επιδρά σημαντικά στην τιμή των άλλων χωρο-χρονικών παραμέτρων της βάδισης²², κρίθηκε απαραίτητο να διατηρηθεί σταθερή η ταχύτητα βάδισης των ασθενών στην αρχική και στην τελική μέτρηση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε μια ηλεκτροκίνητη ράβδος, η οποία κινούνταν σταθερά και με ταχύτητα ίση με τη φυσική ταχύτητα βάδισης του κάθε ασθενούς, όπως αυτή υπολογίστηκε από έξι δοκιμαστικές προσπάθειες, πριν από την αρχική αξιολόγηση. Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους ασθενείς να κινούνται πίσω από τη ράβδο και σε σταθερή απόσταση από αυτή.

Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη δοκιμασία t-test κατά ζεύγη, με τη χρήση του προγράμματος SPSS 23. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < .05$.

Αποτελέσματα

Όλοι οι ασθενείς που εντάχθηκαν στη μελέτη, ολοκλήρωσαν το πρωτόκολλο. Στους Πίνακες III έως VI παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη μέτρηση των χωρο-χρονικών παραμέτρων βάδισης του υγιούς και του παρετικού ποδιού των ασθενών τόσο της ομάδας παρέμβασης όσο και της ομάδας ελέγχου. Φαίνεται ότι ο χρόνος διπλής στήριξης μειώθηκε σημαντικά κατά την τελική μέτρηση στους ασθενείς της ομάδας παρέμβασης (12.2%, $p = .02$) και αυτό συνδυάστηκε με σημαντική μείωση του χρόνου διασκελισμού (5.6%,

$p = .045$) και βήματος (4.79%, $p = .049$) του παρετικού ποδιού, καθώς και με αύξηση της συχνότητας βήματος (5.44%, $p = .045$) του παρετικού ποδιού. Επομένως, μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος παρέμβασης οι ασθενείς μπορούσαν να κινούν γρηγορότερα το παρετικό τους πόδι.

Όσον αφορά στα άτομα της ομάδας ελέγχου (Πίνακες V και VI), η μοναδική παράμετρος που μεταβλήθηκε μεταξύ των δύο μετρήσεων ήταν το μήκος διασκελισμού του παρετικού κάτω άκρου, το οποίο κατά τη δεύτερη μέτρηση αυξήθηκε οριακά (6.38%, $p = .042$).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι, μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος της άσκησης, οι ασθενείς μπορούσαν να κινούν ταχύτερα το παρετικό κάτω άκρο, γεγονός που αποδείχθηκε από τη μείωση των χρόνων διπλής στήριξης στο παρετικό και στο υγιές κάτω άκρο, από τη μείωση των χρόνων διασκελισμού και βήματος στο παρετικό άκρο και από την αύξηση της συχνότητας βήματος του ίδιου ποδιού. Για την κατανόηση της κλινικής σημασίας των παραπάνω ευρημάτων, απαιτείται η ανάλυση των μηχανισμών που κρύβονται πίσω από αυτές τις μεταβολές.

Οι Onley και Richards²³ μελέτησαν τη βάδιση ημιπαρετικών ασθενών σε έδαφος ΑΕΕ. Συγκεκριμένα, παρατήρησαν ότι οι ασθενείς τους παρουσίαζαν αργή ταχύτητα βάδισης, παρατεταμένες διάρκειες και αναλογίες της φάσης στήριξης και μακρά περίοδο διπλής στήριξης. Το παραπάνω πρότυπο αποδόθηκε στη μυϊκή αδυναμία του παρετικού ποδιού, που δεν είχε επαρκή μυϊκή ισχύ για την έγκαιρη προώθηση του ποδιού. Επομένως, η ικανότητα για ταχύτερη προώθηση του παρετικού ποδιού, που παρουσίασαν οι ασθενείς της ομάδας παρέμβασης μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος άσκησης, είναι ενδεικτική της αύξησης της μυϊκής ισχύος.

Ωστόσο, η παρατεταμένη διάρκεια της διπλής στήριξης μπορεί να αποτελεί αντισταθμιστικό μηχανισμό στη διαταραγμένη ισορροπία των ασθενών^{23,24}, οι οποίοι επιλέγουν να παρατείνουν τη φάση διπλής στήριξης, δεδομένου του ότι είναι φάση μεγαλύτερης ευστάθειας, συγκριτικά με τη μονή. Συνεπώς, τίθεται το ερώτημα κατά πόσο η μείωση της διάρκειας διπλής στήριξης, που επιτεύχθηκε συνεπεία της άσκησης, είναι στην πραγματικότητα επιζήμια και όχι επωφελής.

Η παρατεταμένη διπλή στήριξη, με την αργή προώθηση του ποδιού προς τα εμπρός, οδηγεί σε μεγαλύτερη δαπάνη ενέργειας ανά μονάδα απόστασης που καλύπτεται. Επομένως, αν και η παρατεταμένη περίοδος διπλής στήριξης είναι πιθανώς λειτουργική για την ισορροπία, είναι αναμφίβολα επιζήμια από ενεργειακής άποψης²³. Εξάλλου, νεότερα δεδομένα, φανερώουν ότι η αργή βάδιση, όχι μόνο δεν αυξάνει την ευστάθεια, αλλά το αντίθετο. Συγκεκριμένα, οι Espy, Yang,

Πίνακας III. Αποτελέσματα των χωρο-χρονικών παραμέτρων βάδισης του υγιούς ποδιού των ασθενών της ομάδας παρέμβασης (αρχική και τελική μέση τιμή $\pm$ σταθερά απόκλισης, % διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης, και επίπεδο σημαντικότητας - P).

Υγιές κάτω άκρο - ομάδα παρέμβασης				
	Αρχικά	Τελικά	Διαφορά (%)	P
Συχνότητα (βήματα / λεπτό)	114.805 $\pm$ 12.819	120.708 $\pm$ 11.67	5.14	.06
Διάρκεια διασκελισμού (δευτερόλ.)	1.057 $\pm$ 0.119	1.003 $\pm$ 0.099	-5.11	.052
Διάρκεια βήματος (δευτερόλεπτα)	.521 $\pm$ 0.063	.489 $\pm$ 0.049	-6.14	.059
Μονή στήριξη (δευτερόλεπτα)	.396 $\pm$ 0.048	.393 $\pm$ 0.036	-.67	.773
Διπλή στήριξη (δευτερόλεπτα)	.268 $\pm$ 0.058	.235 $\pm$ 0.042	-12.2	.02*
Μήκος διασκελισμού (μέτρα)	1.058 $\pm$ 0.198	1.111 $\pm$ 0.206	5.04	.085
Μήκος βήματος (μέτρα)	.525 $\pm$ 0.111	.553 $\pm$ 0.102	5.38	.155
Ταχύτητα (μέτρα / δευτερόλεπτο)	1.020 $\pm$ 0.255	1.123 $\pm$ 0.264	10.08	.056

Πίνακας IV. Αποτελέσματα των χωρο-χρονικών παραμέτρων βάδισης του παρետικού ποδιού των ασθενών της ομάδας παρέμβασης (αρχική και τελική μέση τιμή $\pm$ σταθερά απόκλισης, % διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης, και επίπεδο σημαντικότητας - P).

Παρετικό κάτω άκρο - ομάδα παρέμβασης				
	Αρχικά	Τελικά	Διαφορά (%)	P
Συχνότητα (βήματα / λεπτό)	114.079 $\pm$ 13.296	120.285 $\pm$ 10.426	5.44	.045*
Διάρκεια διασκελισμού (δευτερόλ.)	1.065 $\pm$.126	1.005 $\pm$.09	-5.60	.045*
Διάρκεια βήματος (δευτερόλεπτα)	.536 $\pm$.062	.510 $\pm$.055	-4.79	.049*
Μονή στήριξη (δευτερόλεπτα)	.391 $\pm$.036	.373 $\pm$.032	-4.52	.105
Διπλή στήριξη (δευτερόλεπτα)	.276 $\pm$.074	.240 $\pm$.055	-12.82	.033*
Μήκος διασκελισμού (μέτρα)	1.055 $\pm$.201	1.112 $\pm$.208	5.40	.118
Μήκος βήματος (μέτρα)	.534 $\pm$.102	.552 $\pm$.114	3.24	.348
Ταχύτητα (μέτρα / δευτερόλεπτο)	1.012 $\pm$.258	1.119 $\pm$.252	10.56	.071

Πίνακας V. Αποτελέσματα των χωρο-χρονικών παραμέτρων βάδισης του υγιούς ποδιού των ασθενών της ομάδας ελέγχου (αρχική και τελική μέση τιμή $\pm$ σταθερά απόκλισης, % διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης, και επίπεδο σημαντικότητας - P).

Υγιές κάτω άκρο - ομάδα ελέγχου				
	Αρχικά	Τελικά	Διαφορά (%)	P
Συχνότητα (βήματα / λεπτό)	110.99 $\pm$ 10.484	115.873 $\pm$ 10.82	4.4	.477
Διάρκεια διασκελισμού (δευτερόλ.)	1.091 $\pm$.099	1.044 $\pm$.093	-4.31	.458
Διάρκεια βήματος (δευτερόλεπτα)	.537 $\pm$.069	.514 $\pm$.054	-4.4	.47
Μονή στήριξη (δευτερόλεπτα)	.406 $\pm$.048	.396 $\pm$.03	-2.46	.659
Διπλή στήριξη (δευτερόλεπτα)	.286 $\pm$.047	.264 $\pm$.066	-7.58	.282
Μήκος διασκελισμού (μέτρα)	1.083 $\pm$.323	1.143 $\pm$.302	5.59	.084
Μήκος βήματος (μέτρα)	.514 $\pm$.191	.548 $\pm$.168	6.7	.147
Ταχύτητα (μέτρα / δευτερόλεπτο)	.984 $\pm$.261	1.101 $\pm$.285	11.94	.059

Πίνακας VI. Αποτελέσματα των χωρο-χρονικών παραμέτρων βάδισης του παρετικού ποδιού των ασθενών της ομάδας ελέγχου (αρχική και τελική μέση τιμή $\pm$ σταθερά απόκλισης, % διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης, και επίπεδο σημαντικότητας - P).

Παρετικό κάτω άκρο - ομάδα ελέγχου				
	Αρχικά	Τελικά	Διαφορά (%)	P
Συχνότητα (βήματα / λεπτό)	109.674 $\pm$ 9.907	115.977 $\pm$ 10.485	5.75	.362
Διάρκεια διασκελισμού (δευτερόλ.)	1.104 $\pm$.099	1.042 $\pm$.089	-5.56	.351
Διάρκεια βήματος (δευτερόλεπτα)	0.554 $\pm$.034	0.529 $\pm$.041	-4.63	.401
Μονή στήριξη (δευτερόλεπτα)	0.402 $\pm$.076	0.383 $\pm$.05	-4.56	.445
Διπλή στήριξη (δευτερόλεπτα)	0.297 $\pm$.044	0.267 $\pm$.072	-10.11	.159
Μήκος διασκελισμού (μέτρα)	1.073 $\pm$.329	1.141 $\pm$.318	6.38	.042*
Μήκος βήματος (μέτρα)	0.563 $\pm$.133	0.594 $\pm$.136	5.39	.063
Ταχύτητα (μέτρα / δευτερόλεπτο)	0.964 $\pm$.265	1.097 $\pm$.303	13.75	.067

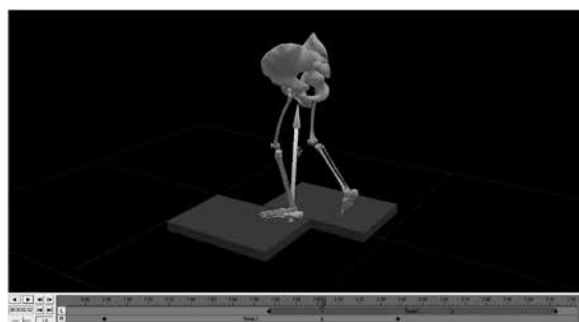
Εικόνα 1. Εργαστήριο Εμβιομηχανικής Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης



Bhatt και Pai²⁶ παρατήρησαν ότι παρόλο που οι ηλικιωμένοι υιοθετούν μια βάδιση με χαμηλή ταχύτητα και μικρό μήκος βήματος, προκειμένου να εξασφαλίσουν καλύτερη ισορροπία, στην πραγματικότητα η μικρή ταχύτητα βάδισης οδηγεί σε ευκολότερη διατάραξη της ισορροπίας, η οποία απλά αντισταθμίζεται με το μικρότερο μήκος βήματος. Επομένως, η ικανότητα για γρηγορότερη προώθηση του παρετικού ποδιού, στην πραγματικότητα είναι ευνοϊκή για την ευστάθεια, καθώς εξασφαλίζει αποτελεσματικότερες αντισταθμιστικές ρυθμιστικές κινήσεις, όταν διαταράσσεται η ισορροπία.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τίθεται υπό αμφισβήτηση η χρησιμότητα της στρατηγικής που επιστρατεύουν οι ημιπαρετικοί ασθενείς για να υπερνικήσουν το κινητικό τους έλλειμμα. Πράγματι, οι Teixeira-Salmela, Nadeau, McBride και Olney παρατήρησαν ότι η μειωμένη ταχύτητα βάδισης, το μειωμένο μήκος διασκελισμού και η αυξημένη διάρκεια διπλής στήριξης

Εικόνα 2. Αναπαράσταση των οστών των κάτω άκρων και της λεκάνης ασθενούς, όπως απεικονίζεται από το λογισμικό του οπτο-ηλεκτρονικού συστήματος αξιολόγησης



σχετίζεται βασικά με το φόβο για πτώση και όχι με την πιθανότητα πτώσης καθεαυτή²⁷.

Συνοψίζοντας, η επίδραση του προγράμματος της άσκησης στα χωρο-χρονικά χαρακτηριστικά της βάδισης είναι ενδεικτική της βελτίωσης της ευκινησίας, της ισορροπίας και της δύναμης των ασθενών. Αυτό, αποτυπώθηκε επιπλέον και στις δοκιμασίες αξιολόγησης, στις οποίες υποβάλλονταν περιοδικά οι ασθενείς της ομάδας παρέμβασης, προκειμένου να καθοριστεί ο βαθμός επιβάρυνσης της άσκησης. Αναδρομική επεξεργασία των επιδόσεων των ασθενών στο TUG test και στη δοκιμασία ανόρθωσης από την καρέκλα, αποκάλυψε σταδιακή βελτίωσή τους στις διαδοχικές μετρήσεις. Ωστόσο, δεν υπάρχουν αντίστοιχα δεδομένα από τους ασθενείς της ομάδας ελέγχου, μιας και κάτι τέτοιο δεν περιλαμβανόταν στο σκοπό και στο σχεδιασμό της μελέτης και επομένως δε θα γίνει περαιτέρω αναφορά.

Σε αντίθεση με τις αλλαγές που παρατηρήθηκαν στους ασθενείς της ομάδας παρέμβασης, οι ασθενείς της ομάδας ελέγχου δεν εμφάνισαν διαφορές μεταξύ

των δύο μετρήσεων σε καμιά παράμετρο, πλην του μήκους διασκελισμού στο παρετικό πόδι, το οποίο ήταν αυξημένο στη δεύτερη μέτρηση. Ωστόσο, η διαφορά ήταν οριακά σημαντική και δεν συνοδεύτηκε από αντίστοιχη διαφορά στο μήκος βήματος. Πιθανά η εξοκείωση των ασθενών με τη διαδικασία μέτρησης να ευθύνεται για το οριακό αυτό εύρημα.

Σε αντίστοιχη μελέτη, οι Teixeira-Salmela, Nadeau, McBride και Olney²⁷, αναζήτησαν την επίδραση ενός προγράμματος αερόβιας άσκησης και ενδυνάμωσης στα μηχανικά χαρακτηριστικά βάδισης ασθενών με ΑΕΕ, εννιά τουλάχιστον μήνες μετά το επεισόδιο. Το πρόγραμμά τους, που είχε διάρκεια 10 εβδομάδες με τρεις συνεδρίες ανά εβδομάδα, οδήγησε σε αύξηση της ταχύτητας βάδισης κατά 37.2% και σε επακόλουθη αύξηση της συχνότητας βάδισης και του μήκους βήματος, χωρίς διαφοροποίηση στη διάρκεια διπλής στήριξης. Ωστόσο, στο σχεδιασμό της μελέτης τους δεν υπήρχε περιορισμός στην ταχύτητα βάδισης κατά την τελική μέτρηση, όπως έγινε στην παρούσα μελέτη. Ο αυστηρός σχεδιασμός της παρούσας μελέτης, με τη διατήρηση σταθερής της ταχύτητας βάδισης κατά την αρχική και τελική μέτρηση, ίσως απέτρεψε την ανάδειξη ισχυρότερης επίδρασης του προγράμματος της άσκησης στα υπόλοιπα χωροχρονικά χαρακτηριστικά βάδισης. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα στο σχεδιασμό της μελέτης, η διατήρηση σταθερής της ταχύτητας βάδισης κρίθηκε επιβεβλημένη, καθώς αυτή επηρεάζει το σύνολο των χωρο-χρονικών χαρακτηριστικών βάδισης.

Συμπερασματικά, οι ασθενείς της ομάδας παρέμβασης παρουσίασαν μείωση των χρόνων διπλής στήριξης στο παρετικό και στο υγιές κάτω άκρο, μείωση των χρόνων διασκελισμού και βήματος στο παρετικό άκρο και αύξηση της συχνότητας βήματος του ίδιου ποδιού κατά την τελική μέτρηση. Τα παραπάνω ευρήματα είναι ενδεικτικά της θετικής επίδρασης που είχε η άσκηση στους ασθενείς, οι οποίοι ένωσαν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στο να ισορροπούν στο ένα πόδι, ενώ παράλληλα μπορούσαν να αναπτύξουν μεγαλύτερη δύναμη στο παρετικό κάτω άκρο, που τους έδινε τη δυνατότητα να το κινούν ταχύτερα, εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη ευστάθεια και μικρότερη δαπάνη ενέργειας κατά τη μετακίνηση.

Περιορισμοί της μελέτης – Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Ο μικρός αριθμός των ασθενών που συμμετείχαν στη μελέτη αποτελεί περιορισμό στη γενίκευση των αποτελεσμάτων στο σύνολο των ασθενών με ΑΕΕ, δεδομένης και της μεγάλης ετερογένειας στην κλινική εικόνα της νόσου. Ωστόσο, η θέσπιση αυστηρών κριτηρίων ένταξης, ως προς την κλινική εικόνα των ασθενών και ως προς τη διάρκεια από το επεισόδιο, σε συνδυασμό με το μικρό πληθυσμό της περιφέρειας που απευθύνεται στο Γ.Ν. Κομοτηνής, ευθύνονται

για τον μικρό αυτό αριθμό. Η μελέτη μεγαλύτερου αριθμού ασθενών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, θα μπορούσε ενδεχομένως να ενισχύσει τη δύναμη της στατιστικής σημαντικότητας των αποτελεσμάτων. Εξάλλου, η εφαρμογή του σχεδιασμού σε ασθενείς με παρεγκεφαλιδική ή στελεχιαία συνδρομή ή σε ασθενείς με βαρύτερη ημισφαιρική σημειολογία, θα ήταν χρήσιμη για τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Για την καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών που κρύβονται πίσω από τις αλλαγές στα χωρο-χρονικά χαρακτηριστικά της βάδισης των ασθενών με ΑΕΕ, χρήσιμη θα ήταν η ταυτόχρονη παράθεση των ευρημάτων από την κλινική εξέταση των ασθενών (σπαστικότητα, αδυναμία, κλινικά χαρακτηριστικά βάδισης, κ.λπ.). Σημαντική, τέλος, θα ήταν και η επαναξιολόγηση των ασθενών λίγους μήνες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος, για την αναζήτηση του βαθμού που τα αποτελέσματα αυτά διαρκούν σε βάθος χρόνου.

Βιβλιογραφία

1. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, de Ferranti S, Després JP, Fullerton HJ, Howard VJ, Huffman MD, Judd SE, Kissela BM, Lackland DT, Lichtman JH, Lisabeth LD, Liu S, Mackey RH, Matchar DB, McGuire DK, Mohler ER 3rd, Moy CS, Muntner P, Mussolino ME, Nasir K, Neumar RW, Nichol G, Palaniappan L, Pandey DK, Reeves MJ, Rodriguez CJ, Sorlie PD, Stein J, Towfighi A, Turan TN, Virani SS, Willey JZ, Woo D, Yeh RW, Turner MB; American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. "Heart Disease and Stroke Statistics-2015 Update: update: a report from the American Heart Association." *Circulation*; 131(4): e29-322, 2015.
2. Seshadri S, Beiser A, Kelly-Hayes M, Kase CS, Au R, Kannel WB, Wolf PA. "The Lifetime Risk of Stroke. Estimates From the Framingham Study." *Stroke*; 37(2): 345-5, 2006.
3. Vasiliadis AV, Zikić M. "Current status of stroke epidemiology in Greece: A panorama." *Neurol Neurochir Pol*; 48(6): 449-57, 2014.
4. Gioldasis G, Talelli P, Chroni E, Daouli J, Papapetropoulos T, Ellul J. "In-hospital direct cost of acute ischemic and hemorrhagic stroke in Greece." *Acta Neurol Scand*; 118(4): 268-74, 2008.
5. Vasiliadis AV. "Stroke rehabilitation: demographic profile and rehabilitation therapy costs of outpatients with stroke in Greece." *Int J Public Health Epidemiol*; 2 (1): 42-9, 2013.
6. «Ενιαίος Κανονισμός Παροχών Υγείας (Ε.Κ.Π.Υ.) του Εθνικού Οργανισμού Παροχών Υπηρεσιών Υγείας (ΕΟΠΥΥ)». *Εφημερίς της κυβέρνησης της ελληνικής δημοκρατίας*, ΦΕΚ: 2133 - 11/4/2012, τεύχος 2, 2011.
7. Lee KB, Lim SH, Kim KH, Kim KJ, Kim YR, Chang WN, Yeom JW, Kim YD, Hwang BY. "Six-month functional recovery of stroke patients: a multi-time-point study." *Int J Rehabil Res*; 38(2): 173-80, 2015.
8. Kwakkel G, Kollen BJ, Wagenaar RC. "Long term effects of intensity of upper and lower limb training after stroke: a randomised trial." *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr*; 72(4): 473-9, 2001.

9. Kwakkel G, Kollen B, Lindeman E. "Understanding the pattern of functional recovery after stroke: Facts and theories." *Restor Neurol Neurosci*; 22(3-5): 281-99, 2004.
10. Hornnes N, Larsen K, Boysen G. "Little change of modifiable risk factors 1 year after stroke: a pilot study." *Int J Stroke*; 5(3): 157-62, 2010.
11. Michael KM, Allen JK, Macko RF. "Reduced Ambulatory Activity After Stroke: The Role of Balance, Gait, and Cardiovascular Fitness." *Arch Phys Med Rehabil*; 86(8): 1552-6, 2005.
12. Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, Eng JJ, Franklin BA, Johnson CM, MacKay-Lyons M, Macko RF, Mead GE, Roth EJ. "Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors." *Stroke*; 45(8): 2532-53, 2014.
13. Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS. "ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription." 8th Ed, Philadelphia Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
14. Rikli RE, Jones CJ. "Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years." *Gerontologist*; 53(2): 255-67, 2013.
15. Collins K, Rooney BL, Smalley KJ, Havens S. "Functional fitness, disease and independence in community-dwelling older adults in western Wisconsin." *WMJ*; 103(1): 42-8, 2004.
16. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. "Six minute walking distance in healthy elderly subjects." *Eur Respir J*; 14(2): 270-4, 1999.
17. Bennell K, Dobson F, Hinman R. "Measures of physical performance assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Minute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task." *Arthritis Care Res (Hoboken)*; 63 Suppl 11: S350-70, 2011.
18. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. "A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults." (abstract). *Res Q Exerc Sport*; 70(2): 113-9, 1999.
19. Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G. "The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults." (abstract). *Res Q Exerc Sport*; 69(4): 338-43, 1998.
20. Shiu CH, Ng SS, Kwong PW, Liu TW, Tam EW, Fong SS. "The Timed 360° Turn Test for Assessing People with Chronic Stroke." *Arch Phys Med Rehabil*; pii: S0003-9993(15) 01478-1, 2015.
21. Flansbjer UB, Blom J, Brogårdh C. "The reproducibility of Berg Balance Scale and the Single-leg Stance in chronic stroke and the relationship between the two tests." *PM R*; 4(3): 165-70, 2011.
22. Roth EJ, Merbitz C, Mroczek K, Dugan SA, Suh WW. "Hemiplegic gait. Relationships Between Walking Speed and Other Temporal Parameters." *Am J Phys Med Rehabil*; 76(2): 128-33, 1997.
23. Onley SJ, Richards C. "Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics." *Gait and Posture*; 4(2): 136-48, 1996.
24. Chamberlin ME, Fulwider BD, Sanders SL, Medeiros JM. "Does Fear of Falling Influence Spatial and Temporal Gait Parameters in Elderly Persons Beyond Changes Associated With Normal Aging?" *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 60(9): 1163-7, 2005.
25. Maki BE. "Gait Changes in Older Adults: Predictors of Falls or Indicators of Fear" *J Am Geriatr Soc*; 45 (3): 313-20, 1997.
26. Espy DD, Yang F, Bhatt T, Pai YC. "Independent influence of gait speed and step length on stability and fall risk." *Gait Posture*; 32(3): 378-82, 2010.
27. Teixeira-Salmela LF, Nadeau S, McBride I, Olney SJ. "Effects of muscle strengthening and physical conditioning training on temporal, kinematic and kinetic variables during gait in chronic stroke survivors" *J Rehab Med*; 3: 53-60, 2001.