



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Σ.Ε.Υ.Π

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Σύνδρομο Down. Η επίδραση της άσκησης στο  
καρδιαγγειακό, στα οστά και στους μύες**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΚΑΜΠΟΥΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: κ ΦΑΡΑΝΤΟΥ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ**

**ΑΙΓΙΟ - 2017**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Σύνδρομο Down. Η επίδραση της άσκησης στο καρδιαγγειακό, στα οστά και στους μύες.» παρουσιάζεται με σκοπό να δείξει τα ευεργετικά οφέλη της άσκησης στα άτομα με Σύνδρομο Down. Στο γενικό μέρος παρουσιάζονται διάφορες πληροφορίες για το σύνδρομο, όπως ο ορισμός, η παθοφυσιολογία, η κλινική εικόνα κ.α. Στο ειδικό μέρος αναλύεται η επίδραση της άσκησης στο καρδιαγγειακό, στα οστά και στους μύες με τη χρήση βιβλιογραφικών και αρθρογραφικών πηγών.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την εργασία εξετάζεται η συμβολή της άσκησης στο καρδιαγγειακό σύστημα, στα οστά και στους μύες των ατόμων με Σύνδρομο Down. Το DS είναι η πιο κοινή γενετική αιτία νοητικής υστέρησης στον άνθρωπο, περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1866, η πιο κοινή αιτία ύπαρξης του DS είναι η παρουσία ενός επιπλέον αντιγράφου του χρωμοσώματος 21, χαρακτηρίζεται από 180 κλινικά χαρακτηριστικά και δεν μπορεί να προληφθεί. Η μειωμένη λειτουργικότητα, η κακή καρδιαγγειακή και οστική υγεία είναι κάποια από τα χαρακτηριστικά των ατόμων αυτών τα οποία με την επίδραση της άσκησης μπορούν να βελτιωθούν. Αρχικά στο καρδιαγγειακό μειώνεται η αρτηριακή πίεση, μειώνεται ο καρδιακός δείκτης, βελτιώνεται η αερόβια ικανότητα και βελτιώθηκε η πρόσληψη οξυγόνου. Η άσκηση έχει σημαντική οστεογονική δράση, αυξάνει την οστική πυκνότητα και το δείκτη μάζα σώματος. Στο μυϊκό σύστημα η άσκηση αυξάνει τη μυϊκή δύναμη, βελτιώνει την ισορροπία και έτσι τη λειτουργικότητα για την εκτέλεση των καθημερινών δραστηριοτήτων.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κα. Φαράντου Χαρίκλεια για την πολύτιμη βοήθειά της χωρίς την οποία θα ήταν αδύνατη η ολοκλήρωση της εργασίας, την καθοδήγηση της, τις συμβουλές της και ιδιαίτερα για την υπομονή που είχε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας. Θερμές ευχαριστίες αποδίδω στους γονείς μου οι οποίοι με τη βοήθεια του Θεού και με όλες τις δυνάμεις που διαθέτουν (οικονομικές και πνευματικές) έδωσαν ό,τι είχαν για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μου, γνωρίζοντας τις οικονομικές δυνατότητες τους, και σε αυτούς οφείλω τις σπουδές μου γι' αυτό και τους ευχαριστώ ξανά. Επίσης ευχαριστώ τα αδέρφια που με βοήθησαν σε ό,τι είχα ανάγκη και με κατανόηση μοιράστηκαν τον τελευταίο χρόνο τον ηλεκτρονικό υπολογιστή για να πραγματοποιήσω την πτυχιακή εργασία.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρόλογος.....	i
Περίληψη.....	ii
Ευχαριστίες.....	iii
Εισαγωγή.....	1

### A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup></b> .....	<b>3</b>
1.1 Ορισμός.....	3
1.2 Ιστορική αναφορά.....	4
1.3 Παθοφυσιολογία.....	4-5
1.4 Επιδημιολογία.....	5-6
1.5 Προδιαθεσικοί παράγοντες.....	6
1.6 Κλινική εικόνα.....	7-8
1.7 Ιατρική αντιμετώπιση.....	8-9
1.8 Πρόληψη.....	9
1.9 Φυσικοθεραπευτική προσέγγιση.....	10

### B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></b> .....	<b>12</b>
2.1 Σύνδρομο Down. Η επίδραση της άσκησης στο καρδιαγγειακό σύστημα.....	12-13
2.2 Έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης στο καρδιαγγειακό σύστημα.....	14-20
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup></b> .....	<b>21</b>
3.1 Σύνδρομο Down. Η επίδραση της άσκησης στα οστά.....	21-22
3.2 Έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης στα οστά.....	23-28

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°</b> .....	<b>29</b>
4.1 Σύνδρομο Down. Η επίδραση της άσκησης στους μύες.....	29-30
4.2 Έρευνες σχετικά με την επίδραση της άσκησης στους μύες.....	31-38
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>39</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>40-43</b>
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ</b> .....	<b>44</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Σύνδρομο Down προκύπτει από τον τριπλασιασμό του χρωμοσώματος 21 και είναι η πιο κοινή γενετική αιτία νοητικής υστέρησης στον άνθρωπο, εμφανίζεται σε περίπου ένα στα 800 άτομα. Παρά την υψηλή συχνότητα εμφάνισης και την αύξηση της μακροζωίας σχετικά λίγα είναι γνωστά για την αιτιολογία και την πρόληψη κοινών ασθενειών που εμφανίζονται συχνά σε αυτά τα άτομα. Ένας σημαντικός παράγοντας που φαίνεται να διαδραματίζει ρόλο στην συχνότητα εμφάνισης είναι η ηλικία της μητέρας. Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την επίδραση της άσκησης στο σύνδρομο και η επιλογή του θέματος αυτού έγινε λόγω της σπουδαιότητας να αναδειχθεί η σημασία της άσκησης και τα ευεργετικά οφέλη της στο καρδιαγγειακό, στα οστά και στους μυς στα άτομα με Σύνδρομο Down. Παρουσιάζεται, λοιπόν, μέσα από έρευνες η συμβολή της άσκησης σε αυτά τα συστήματα του ανθρωπίνου οργανισμού, έτσι η άσκηση βοηθά στην ύπαρξη καλής καρδιαγγειακής υγείας μειώνοντας τις τιμές της αρτηριακής πίεσης, αυξάνοντας τη μέση σωματιδιακή αιμοσφαιρική συγκέντρωση, αυξάνοντας τις τιμές του αερισμού. Συμβάλει στην οστική υγεία αυξάνοντας την οστική πυκνότητα και το δείκτη μάζας σώματος. Επίσης η άσκηση αυξάνει τη δύναμη των μυών των κάτω άκρων, βελτιώνει την ισορροπία και κάνει τα άτομα με Σύνδρομο Down πιο λειτουργικά.

## **A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Το DS (σύνδρομο Down) προκύπτει από τον τριπλασιασμό του χρωμοσώματος 21 και είναι η πιο κοινή γενετική αιτία νοητικής υστέρησης στον άνθρωπο, που συμβαίνει σε περίπου 1 στα 800 νεογνά. Ο φαινότυπος του συνδρόμου Down χαρακτηρίζεται από 180 κλινικά χαρακτηριστικά όπως γνωστικές διαταραχές, μυϊκή υποτονία, κοντό ανάστημα, δυσμορφία προσώπου, συγγενή καρδιοπάθεια, και αρκετές άλλες ανωμαλίες. Αυτά τα κλινικά χαρακτηριστικά μπορεί να διαφέρουν σημαντικά σε αριθμό και σε σοβαρότητα και ορισμένες ανωμαλίες, όπως η οξεία μεγακαρυοβλαστική λευχαιμία και η νόσος Hirschsprung (η πιο κοινή αιτία κατώτερης γαστρεντερικής απόφραξης σε νεογνά), συμβαίνουν πιο συχνά σε ασθενείς με σύνδρομο down σε σχέση με το γενικό πληθυσμό.

Η Τρισωμία 21 ήταν γνωστή ως η αιτία για το σύνδρομο Down έως το 1959, όταν ο Lejeune και οι συνεργάτες του απέδειξαν την παρουσία σε τρία αντίγραφα του χρωμοσώματος 21 στα άτομα με το σύνδρομο. Ο φαινότυπος του συνδρόμου down πιστεύεται ότι είναι αποτέλεσμα της γονιδιο-δοσολογικής ανισορροπίας. Ωστόσο, ο μοριακός μηχανισμός με τον οποίο τέτοια δοσολογική ανισορροπία προκαλεί ανωμαλίες παραμένει ελάχιστα κατανοητή. Δύο διαφορετικές υποθέσεις έχουν προταθεί για να εξηγήσουν το φαινότυπο του συνδρόμου: α) της «αναπτυξιακής αστάθειας» (απώλεια της χρωμοσωμικής ισορροπίας) και β) το «φαινόμενο της γονιδίου-δοσολογίας». Σύμφωνα με την υπόθεση της αναπτυξιακής αστάθειας, η παρουσία ενός υπεράριθμου χρωμοσώματος διαταράσσει σε γενικευμένο επίπεδο τη σωστή ισορροπία της έκφρασης του γονιδίου στα κύτταρα των ατόμων με σύνδρομο Down κατά την ανάπτυξη. Ωστόσο, η υπόθεση αυτή αποδυναμώνεται από το γεγονός ότι άλλα σύνδρομα αυτοσωματικής τρισωμίας δεν οδηγούν στα ίδια κλινικά πρότυπα. Επιπλέον, οι συσχετίσεις μεταξύ γονότυπου και φαινότυπου σε ασθενείς με μερικές τρισωμίες δείχνουν ότι μια περιορισμένη περιοχή 21q22.2 συνδέεται με τα κύρια χαρακτηριστικά του συνδρόμου, συμπεριλαμβανομένων της υποτονίας, του μικρού αναστήματος, της δυσμορφίας του προσώπου και της νοητικής καθυστέρησης. Αυτή η χρωμοσωμική περιοχή υποστηρίζει την εναλλακτική υπόθεση του γονιδιο-δοσολογικού αποτελέσματος, η οποία αξιώνει ότι ο περιορισμένος αριθμός γονιδίων από το χρωμόσωμα 21 που εκφράζεται σε ασθενείς με τμηματικές τρισωμίες συμβάλλει στις φαινοτυπικές ανωμαλίες. Για να προσδιοριστεί ποια υπόθεση συμφωνεί με την αιτιολογία του συνδρόμου, έχουν διεξαχθεί αρκετές μελέτες γονιδιακής έκφρασης των ανθρώπινων κυττάρων ή ιστών με σύνδρομο down. Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες έχουν δείξει μια σφαιρική ανοδική ρύθμιση των γονιδίων των τριών αντιγράφων, αλλά ο περιορισμένος αριθμός μελέτης των περιπτώσεων του συνδρόμου περιορίζει τη στατιστική ανάλυση και δεν επιτρέπει τον προσδιορισμό της ακριβής γονιδιακής απορρύθμισης. Επιπλέον, αυτές οι μελέτες πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ενός μικρού αριθμού γονιδίων των τριών αντιγράφων (Al't Yahya-Graison et al, 2007).

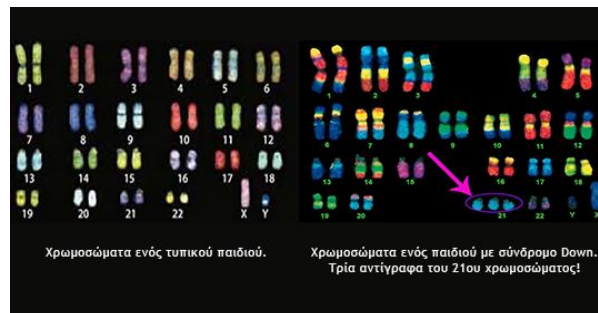
## 1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ

Το σύνδρομο Down περιγράφηκε για πρώτη φορά το **1866** από τον John Langdon Down, έναν Άγγλο γιατρό, ο οποίος έδωσε στην περίπτωση αυτή το όνομα «μογγολισμός», καθώς ο ίδιος παρατήρησε ομοιότητες ως προς τα φυσικά χαρακτηριστικά που είδε σε θεσμοθετημένους ασθενείς με ανθρώπους της φυλής από τη Μογγολία. Από τις αρχές της δεκαετίας του **1960**, το σύνδρομο πήρε το όνομα από την αναγνώριση αυτής της πρώτης περιγραφής. Το **1959** εντοπίστηκε ο σύνδεσμος με την τρισωμία του χρωμοσώματος 21 από τον Lejeune. Στη δεκαετία του **1960**, ο Δρ Henry Turkel ισχυρίστηκε ότι ένα μίγμα 48 συστατικών θα μπορούσε να βελτιώσει την νοημοσύνη των παιδιών με σύνδρομο down, το οποίο θα χορηγείται στους ασθενείς για περισσότερο από 40 χρόνια. Στην αρχή του **1961** Ασιάτες γενετιστές εξέφρασαν τα παράπονά τους για τον όρο «μογγολισμός», μια επιστολή που συνυπογραφόταν από μια ομάδα γενετιστών προέτρεπε ότι η έκφραση αυτή, η οποία συνεπάγεται με μια ρατσιστική θέση για την κατάσταση, πρέπει να εγκαταλειφθεί. Μερικοί από τους υπογράφοντες πρότειναν ο «μογγολισμός» να αντικατασταθεί από τις λέξεις «Σύνδρομο Down ή Ανωμαλία," ενώ άλλοι ανέφεραν την επιθυμία να τιμήσουν την ανακάλυψη του Lejeune και των συνεργατών του με τη χρήση του όρου "Τρισωμία 21 Ανωμαλία» η οποία θα μπορούσε να περιλαμβάνει τις υποθέσεις και των δύο, της πλήρης τρισωμίας και της μετατοπισμένης. Το **1989** γίνεται η εξατομίκευση της κρίσιμης περιοχής του συνδρόμου down. Το **1990** εμφανίζονται τα πρώτα τρισωμικά ποντίκια. Το **1997** μια κοινή ονοματολογία εγκρίθηκε κατά τη συνεδρίαση του Cold Spring Harbor(εργαστήριο βιολογίας-εκπαίδευσης καθηγητών) καθορίζοντας την περιοχή DCR-1 ως την περιοχή με το μεγαλύτερο αριθμό συνδεδεμένων χαρακτηριστικών, συμπεριλαμβανομένων φαινοτύπων του προσώπου και των χεριών και της νοητικής καθυστέρησης. Τέλος το **2000** γίνεται ο προσδιορισμός αλληλουχίας του χρωμοσώματος 21 από τον Hattori και τους συνεργάτες του (Megarbane et al 2009, E Alt et al 2003).

## 1.3 ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Μέχρι τα μέσα του 20ου αιώνα η αιτία της τρισωμίας 21 παρέμενε άγνωστη, ωστόσο, η σχέση συχνότητας εμφάνισης με την αυξημένη ηλικία της μητέρας και η ύπαρξη προηγούμενων παιδιών με σύνδρομο είχαν ήδη παρατηρηθεί. Η πιο κοινή αιτία ύπαρξης του DS είναι η παρουσία ενός επιπλέον αντιγράφου του χρωμοσώματος 21 με αποτέλεσμα την τρισωμία (εικ.1). Άλλες αιτίες μπορεί να είναι η μετάθεση τύπου Robertson και η ισοχρωμοσωμική μετάθεση ή χρωμόσωμα δακτυλίου. Η ισοχρωμοσωματική είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μία κατάσταση στην οποία δύο μεγάλοι βραχίονες του χρωμοσώματος διαχωρίζονται μαζί προκειμένου ο μακρύς και ο κοντός βραχίονας να διαχωριστούν κατά την διάρκεια ανάπτυξης του ωαρίου. Η Τρισωμία 21 (καρυότυπος 47, XX, + 21 για τα θηλυκά και 47, XY, + 21 για τους άνδρες) προκαλείται από μία αποτυχία του χρωμοσώματος 21 για διαχωρισμό κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του ωαρίου ή του σπέρματος. Στην κατά Robertson μετάθεση η οποία λαμβάνει χώρα μόνο στο 2-4% των περιπτώσεων, ο μακρύς βραχίονας του χρωμοσώματος 21 συνάπτεται σε ένα άλλο χρωμόσωμα (Γενικό χρωμόσωμα 14). Ενώ ο μωσαϊκισμός ασχολείται με το σφάλμα ή τη διαίρεση που συμβαίνει μετά τη γονιμοποίηση σε μερικά σημεία κατά τη διάρκεια της κυτταρικής διαίρεσης. Λόγω

αυτών των ατόμων με μωσαϊκό DS υπάρχουν δύο κυτταρικές γραμμές οι οποίες συμβάλλουν στους ιστούς και τα όργανα των ατόμων με μωσαϊκισμό (η μία με φυσιολογικό αριθμό των χρωμοσωμάτων και η άλλη με έναν επιπλέον αριθμό 21) (Asim et al 2015, Me'garbane' et al 2009).



Εικόνα 1: παθοφυσιολογία συνδρόμου Down (<http://embryomitriki.gr>)

## 1.4 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Επιδημιολογία είναι η μελέτη των προτύπων και των αιτιών των χαρακτηριστικών που αφορούν την υγεία σε ορισμένους πληθυσμούς. Τα αποτελέσματα μελετών αποτελούν τη βάση για την παρεμβατική ιατρική. Για το σύνδρομο Down ( DS ), επιδημιολογικές μελέτες ξεκίνησαν στα μέσα της δεκαετίας του 1800, όταν περιγράφηκαν από αρκετούς γιατρούς ομάδες ασθενών, οι οποίοι είχαν νοητική καθυστέρηση και βραχύ ανάστημα μαζί με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά προσώπου, συμπεριλαμβανομένων των πλάγιων σχισμών των ματιών, επικάνθιες πτυχές, επίπεδη ρινική γέφυρα, και προεξοχή γλώσσας (εικ.2). Ο J. Langdon Down από τον οποίο πήρε το όνομά του το DS, συνέβαλε σημαντικά στην επιδημιολογία του συνδρόμου αυτού, δίνοντας έμφαση ότι αυτό το σύνολο των κλινικών ευρημάτων αποτελούσαν μια ξεχωριστή οντότητα, και τα προσβεβλημένα άτομα μπορούν να διακριθούν από την ετερογενή ομάδα όλων εκείνων με διανοητική αναπηρία. Σε μια εξαιρετική επισκόπηση της ιστορίας του DS, ο Rynders και ο Pueschel [ 1982 ] συνέχισαν την ιστορία της αναγνώρισης του DS μέσα στα τέλη του 1800 και στις αρχές του 1900.

Το DS εμφανίζεται σε περίπου 1 ανά 650 έως 1000 γεννήσεις, και υπάρχει επίσης μια σημαντική αύξηση στην επικράτηση σε σχέση με την προχωρημένη ηλικία της μητέρας. Στην Ευρώπη το DS αντιπροσωπεύει το 8% του συνόλου των καταγεγραμμένων περιπτώσεων των συγγενών ανωμαλιών και είναι η πιο κοινή αιτία της διανοητικής αναπηρίας. 11,2 ανά 10.000 γεννήσεις στην Ευρώπη, ενώ ο εκτιμώμενος επιπολασμός στην Κροατία είναι 12,35 ανά 10.000 γεννήσεις. Η προσαρμοσμένη επικράτηση του DS βασισμένη στην επιτήρηση του 22% των γεννήσεων στις Η.Π.Α. ήταν 13,65 [95% διαστήματα εμπιστοσύνης ( CI ) : 13,22 - 14,09 ] ανά 10.000 γεννήσεις , ή 1/732. Αυτό υποδηλώνει ότι 5.400 από τα 4 εκατομμύρια γεννηθέντα βρέφη κάθε χρόνο στις Η.Π.Α. έχουν DS (Mendonca et al, 2010, Sherman et al, 2007, Glivetic et al, 2015).



Εικόνα2:βασικά χαρακτηριστικά συνδρόμου Down  
(<http://mamanameless.blogspot.gr/2015/03/down.html>)

## 1.5 ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Η προχωρημένη πατρική ή / και μητρική ηλικία είναι ένας κλασικός παράγοντας κινδύνου για το σύνδρομο Down. Άλλοι παράγοντες κινδύνου περιλαμβάνουν αιμομιξίες, περιοχές (αστικές ή αγροτικές) της κατοικίας της οικογένειας. Εκτός από αυτά, η γονική έκθεση σε φάρμακα ή χημικές ουσίες, οι συνήθειες του πατέρα, η προγεννητική σάρωση, και οι αναπαραγωγικές λειτουργίες της μητέρας αποτελούν προδιαθεσικούς παράγοντες για το σύνδρομο Down. Μια άλλη πιθανή εξήγηση για το ότι οι νεότερες μητέρες έχουν περισσότερα παιδιά με DS είναι η χρήση του αλκοόλ, του καπνού, των περιβαλλοντικών τοξινών και φαρμάκων που μπορούν να προκαλέσουν χρωμοσωμικές ανωμαλίες. Νεαρές μητέρες είναι πιθανό να έχουν στερηθεί τον ύπνο, έχουν μη ισορροπημένη διατροφή, προκειμένου να μην έχουν πάρα πολύ βάρος και αυτά εμφανίζονται, πολύ συχνά, στις ανεπιθύμητες εγκυμοσύνες τα οποία οδηγούν σε κακές συνήθειες της εγκυμοσύνης.

Υπάρχει συναίνεση ότι οι κύριες αιτίες που διέπουν την παρεκκλίνουσα ανάπτυξη του εγκεφάλου και έτσι τη διανοητική αναπηρία στο DS είναι η διαταραχή της οντογενετικής νευρογένεσης, η δενδριτική υποτροφία, μείωση της πυκνότητας στην σπονδυλική στήλη, αλλοιωμένη συναπτική οργάνωση και λειτουργία, και εκτενείς μεταβολές των διαφόρων πομπού και δέκτη συστημάτων. Αν και οι νεογονικές θεραπείες μπορεί να διαμορφώσουν κυρίως την παρεγκεφαλίδα και τον ιππόκαμπο, οι προγεννητικές θεραπείες μπορεί να έχουν πολύ μεγαλύτερο αντίκτυπο στον τρισωμικό εγκέφαλο (Sotonic et al 2016, Bartesaghi et al 2015).

## 1.6 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

Υπάρχουν διάφορα διατηρημένα χαρακτηριστικά που εμφανίζονται σε όλα τα άτομα με DS, συμπεριλαμβανομένων των μαθησιακών δυσκολιών, των κρανιοπροσωπικών ανωμαλιών και της υποτονίας στην πρώιμη βρεφική ηλικία. Μερικοί άνθρωποι με DS επηρεάζονται από διαφορετικούς φαινότυπους όπως βλάβη στο κολποκοιλιακό διάφραγμα (AVSD) στην καρδιά, λευχαιμία (αμφότερα οξεία μεγακαρυοβλαστική λευχαιμία (AMKL) και οξεία λεμφοβλαστική λευχαιμία (ALL)), έλλειμμα προσοχής (AD attention deficit) και διαταραχή υπερκινητικότητας (HD hyperactivity disorder).

Τα άτομα με DS έχουν ποικίλα φυσικά χαρακτηριστικά όπως μικρό πηγούνι, λοξή μάτια, φτωχό μυϊκό τόνο, επίπεδη ρινική γέφυρα, ενιαία πτυχή της παλάμης και προεξοχή λόγω του μικρού στόματος και της μεγάλης γλώσσας. Άλλα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν μεγάλα δάχτυλα ποδιού, ανωμαλίες των δακτυλικών αποτυπωμάτων και κοντά δάχτυλα χεριών.

Τα άτομα με σύνδρομο Down (DS) είναι γνωστό ότι έχουν μειωμένη διάρκεια ζωής. Τον περασμένο αιώνα, ωστόσο, το προσδόκιμο της ζωής τους έχει δραματική αύξηση, από 9 ετών το 1929 έως 60 ετών το 2002. Εκτιμάται ότι μέσα σε μια γενιά τα άτομα με DS θα ζουν για όσο διάστημα ζει ο γενικός πληθυσμός. Αυτή η βελτίωση στην επιβίωση έχει αποδοθεί σε τρεις σημαντικές αλλαγές στην προσέγγιση ατόμων με DS. Πρώτον, στην ευπάθειά τους σε μολύνσεις του αναπνευστικού, λόγω μιας διαταραχής στο ανοσολογικό σύστημα, έχει αντιμετωπιστεί με την ευρεία διαθεσιμότητα θεραπείας με αντιβιοτικά από το 1950. Αρχίζοντας στη δεκαετία του 1970, η πρόληψη των αναπνευστικών λοιμώξεων βελτιώθηκε περαιτέρω από την τάση για ασυλοποίηση των ασθενών με DS σε κατ'οίκον φροντίδα ή προστατευόμενη στέγαση. Συγγενής καρδιακά προβλήματα, τα οποία επηρεάζουν σχεδόν το ήμισυ των ατόμων με DS και είναι υπεύθυνα για το υψηλό ποσοστό της πρόωρης θνησιμότητας, έχουν αντιμετωπιστεί όλο και περισσότερο με την πρόωρη καρδιακή χειρουργική επέμβαση από το 1980. Δεδομένης αυτής της δημογραφικής αλλαγής, δεν μπορεί πλέον να θεωρηθεί το DS ως μια "παιδιατρική" ασθένεια. Μάλλον είναι μια κατάσταση που επηρεάζει ολόκληρη τη διάρκεια της ζωής. Μέχρι στιγμής, οι ερευνητές έχουν μελετήσει διεξοδικά τις παιδιατρικές συνθήκες που σχετίζονται με το DS. Ενήλικες με DS είναι γνωστό ότι γερνούν πρόωρα και μπορούν να παρουσιάσουν χρόνιες παθήσεις που μοιάζουν με αυτές των μεγαλύτερων τους. Η πρόωρη διαδικασία της γήρανσης επηρεάζει επιλεγμένα συστήματα οργάνων, συμπεριλαμβανομένου του κεντρικού νευρικού, του ανοσοποιητικού, του αναπνευστικού, του γαστρεντερικού, του μυοσκελετικού, του ουροποιητικού, του ενδοκρινικού, του οπτικοακουστικού. Κατά τη διάρκεια της ζωής τους, τα άτομα με DS εμφανίζουν σωματικές εκφυλιστικές αλλαγές, όπως το γκριζάρισμα και η απώλεια των μαλλιών, αυξημένο ιστό λιποφουσκίνης, μεταβολές στην κατανομή του λιπώδους ιστού, αμυλοείδωση, αυξημένη αυτοανοσία, και καταρράκτη. Αυτές οι αλλαγές συμβαίνουν νωρίτερα από ό, τι στα άτομα με άλλους τύπους διανοητικής αναπηρίας. Ιστολογικές αλλαγές στο κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ) είναι σχεδόν πανομοιότυπες με εκείνες που παρατηρούνται στη νόσο του Alzheimer (AD) και εμφανίζονται πρόωρα σε άτομα με DS. Η πρόωρη γήρανση στο DS παράγει πρότυπα συνοδών νοσημάτων παρόμοια με εκείνα που βρέθηκαν σε ηλικιωμένους ασθενείς. Κοινές περιπτώσεις που συναντώνται σε ενήλικες με DS περιλαμβάνουν: αλτσχάϊμερ, επιληψία, διαθεσιακές και συμπεριφορικές διαταραχές, οπτική και ακουστική δυσλειτουργία, οστεοπόρωση, οστεοαρθρίτιδα, και αυτοάνοσες ασθένειες, όπως η θυρεοειδίτιδα και κοιλιοκάκη (κληρονομική, αυτοάνοση πάθηση,

δημιουργείται λόγω δυσανεξίας στη γλουτένη, πρωτεΐνη που βρίσκεται στα σιταρά, ο οργανισμός αντιδρά παράγοντας αντιγλιαδινικά αντισώματα, κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή του εσωτερικού τοιχώματος του λεπτού εντέρου) (Asim et al 2015, Carfi et al 2014).

## 1.7 ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Ένα από τα χαρακτηριστικά του DS είναι η διαφορετικότητα με την οποία η κατάσταση επηρεάζει τα άτομα με DS. Με το τρίτο 21ο χρωμόσωμα που υπάρχει σε κάθε κύτταρο, δεν αποτελεί έκπληξη ότι κάθε σύστημα στο σώμα επηρεάζεται με ορισμένους τρόπους. Ωστόσο, δεν έχει κάθε παιδί με DS τα ίδια προβλήματα. Οι γονείς των παιδιών με DS θα πρέπει να γνωρίζουν αυτές τις πιθανές συνθήκες ώστε να μπορούν να διαγνωστούν και να αντιμετωπιστούν γρήγορα και σωστά. Η έγκαιρη χειρουργική θεραπεία των καρδιακών προβλημάτων κατά τη διάρκεια των πρώτων 6 μηνών της ζωής μπορεί να αποτρέψει σοβαρές επιπλοκές. Συγγενής καταρράκτης συμβαίνει σε περίπου 3% των παιδιών και πρέπει να εξάγεται σύντομα μετά τη γέννηση για να επιτρέψει στο φως να φθάσει στον αμφιβληστροειδή. Μια ισορροπημένη διαίτα και συχνή σωματική άσκηση χρειάζονται για τη διατήρηση του κατάλληλου βάρους. Προβλήματα σίτισης συνήθως βελτιώνονται μετά από χειρουργείο καρδιάς. Ένα παιδί με DS θα πρέπει να έχει τακτική εξέταση από διάφορους ειδικούς, όπως: Κλινικό γενετιστή - Παραπομπή σε ένα συμβουλευτικό γενετικό πρόγραμμα είναι ιδιαίτερα επιθυμητή, Αναπτυξιακό παιδίατρο, Καρδιολόγο - Πρόωρη καρδιολογική αξιολόγηση είναι ζωτικής σημασίας για τη διάγνωση και τη θεραπεία συγγενών ανωμαλιών της καρδιάς, οι οποίες εμφανίζονται στο 60% αυτών των ασθενών, Παιδιατρικό πνευμονολόγο – υποτροπές αναπνευστικού, λοιμώξεις του συστήματος είναι συχνές σε ασθενείς με DS, Οφθαλμολόγο, Νευρολόγος/ Νευροχειρουργό - το 10% των ασθενών με DS έχουν επιληψία; ως εκ τούτου μπορεί να χρειάζεται νευρολογική αξιολόγηση, Ορθοπαιδικό, Παιδοψυχίατρο - παρέμβαση στην επικοινωνία, οικογενειακή θεραπεία, και ψυχομετρικές αξιολογήσεις, Φυσικοθεραπευτή και εργοθεραπευτή, Λογοθεραπευτή και Ωτορινολαρυγγολόγο.

Νεογνική θεραπεία: Σε μία μόνο θεραπεία (πάνω σε ποντίκια) με SAG, ένας ενεργοποιητής της μιτογόνου οδού Sonic Hedgehog, αποκαταστάθηκε η παραγωγή κοκκιοκυττάρων της παρεγκεφαλίδας και βελτίωση της μάθησης και της μνήμης (. Roper et al., 2006; Das et al, 2013). Με βάση σε στοιχεία που αποδεικνύουν ότι το σεροτονεργικό σύστημα μεταβάλλεται σε DS (Bar- Peled et al., 1991; Risser et al., 1997; Whitaker-Azmitia, 2001) και ότι η σεροτονίνη είναι ζωτικής σημασίας για την νευρογένεση, μια σειρά από μελέτες όπου εξετάστηκαν τα αποτελέσματα της νεογνικής θεραπεία με φλουοξετίνη, ένας εκλεκτικός αναστολέας επαναπρόσληψης σεροτονίνης (Wong et al., 1974), πάνω στην ανάπτυξη του υποκάμπου. Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι η θεραπεία με φλουοξετίνη από την 3<sup>η</sup> μεταγεννητική ημέρα έως τη 15<sup>η</sup> οδήγησε σε μακροχρόνια αποκατάσταση της νευρογένεσης του υποκάμπου, της δενδριτικής παθολογίας, της λειτουργικής συνδεσιμότητας, της μάθησης και της μνήμης (Bianchi et al, 2010, Guidi et al (a), 2013, Stagni et al, 2013, Stagni et al., 2015) αναφέροντας ότι η φλουοξετίνη διασώζει πολλές τρισωμίες που συνδέονται με αναπτυξιακά ελλείμματα. Η φλουοξετίνη, εκτός από την

αύξηση της διαθεσιμότητας της σεροτονίνης, διεγείρει την παραγωγή του νευροστεροειδούς αλλοπρεγνανολόνης (Pinna et al., 2009), ένα GABA-A θετικός υποδοχέας αλλοστερικός ρυθμιστής έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει τη νευρογένεση (Wang et al., 2010) και την πυκνότητα των διεγερτικών συνάψεων (Shimizu et al., 2015). Η φλουοξετίνη επίσης αλληλεπιδρά με τη μιτοχονδριακή τάση και προστατεύει από αποπτωτικό κυτταρικό θάνατο (Nahon et al., 2005). Ως εκ τούτου, αυτοί οι επιπρόσθετοι μηχανισμοί μπορούν να συμβάλλουν με τις θετικές επιπτώσεις στη νεογνική και εμβρυϊκή θεραπεία με φλουοξετίνη στον τρισωμικό εγκέφαλο.

Εμβρυονικές θεραπείες: Σε μια σειρά μελετών, η χολίνη (ο πρόδρομος της ακετυλοχολίνης) χορηγείται από τη σύλληψη μέχρι τον απογαλακτισμό. Η συμπλήρωση με χολίνη βρέθηκε να βελτιώνει τη νευρογένεση του υποκάμπου, τη μάθηση και τη μνήμη σε ενήλικες και ηλικιωμένους. (Moon et al, 2010, Velazquez et al, 2013, Ash et al., 2014). Το οξειδωτικό στρες φαίνεται να εμπλέκεται στην παθογένεια του DS. Άλφα-τοκοφερόλη, ένα αντιοξειδωτικό, μειώνει την υπεροξειδωση των λιπιδίων και βελτιώνει τη μάθηση και τη μνήμη όταν χορηγούνται κατά τη διάρκεια της κύησης και μετά τον τοκετό (Shichiri et al., 2011). Ιδιαίτερα εντυπωσιακά αποτελέσματα δείχνει η αποκατάσταση των πολυάριθμων φαινοτύπων εγκεφάλου με DS με προγεννητική θεραπεία με φλουοξετίνη (Guidi et al (β), 2014).

Σήμερα, χειρουργεία καρδιάς, εμβολιασμοί, αντιβιοτικά, θυρεοειδείς ορμόνες, θεραπείες λευχαιμίας, και αντισπασμωδικά φάρμακα (π.χ., vigabatrin) έχουν βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα και το προσδόκιμο ζωής των ατόμων με DS. Ταυτόχρονα, η έγκαιρη αποκατάσταση επιτρέπει καλύτερη κοινωνικοποίηση. Παρόλο που οι γιατροί διαχειρίζονται τους ασθενείς σε καθημερινή βάση, εξακολουθούν να έχουν να αντιμετωπίσουν πρακτικά ζητήματα όπως η ανίχνευση του πόνου, η άπνοια ύπνου, η κατάθλιψη, και η παρεμπόδιση της πρόωρης γήρανσης (Bartesaghi et al 2015, Asim et al 2015, Me'garbane' et al 2009).

## 1.8 ΠΡΟΛΗΨΗ

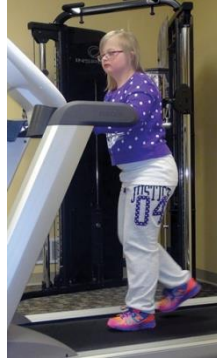
Το σύνδρομο Down δεν μπορεί να προληφθεί. Οι γονείς θα πρέπει να φροντίζουν την υγεία και τη διατροφή τους γιατί σε διαφορετική περίπτωση φαίνεται ότι αποτελούν σημαντικό προδιαθεσικό παράγοντα για το σύνδρομο. Επίσης όταν υπάρχει ήδη ένα παιδί με σύνδρομο Down οι γονείς θα ήταν καλό να συμβουλευτούν ένα γενετικό σύμβουλο για να ενημερωθούν για τις πιθανότητες απόκτησης ενός παιδιού με σύνδρομο και για να κατανοήσουν τις προγεννητικές εξετάσεις και τα χαρακτηριστικά τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι η καλύτερη θεραπεία είναι η πρόληψη και η έγκαιρη διάγνωση. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες σημαντική προσοχή δίνεται στην λεγόμενη «δευτερογενή» πρόληψη του συνδρόμου μέσω προγεννητικού ελέγχου που πραγματοποιείται με επεμβατική προγεννητική διάγνωση και αναγνωρίζονται οι παθολογικές κηύσεις. Για συμμετοχή στον έλεγχο αυτό επιλέγονται οι γυναίκες που βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο - σε προχωρημένη ηλικία ή με οικογενειακό ιστορικό (Howard S Cuckle 2005).

## 1.9 ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Οι φυσικοθεραπευτές θα πρέπει αρχικά να αξιολογήσουν τα άτομα και ανάλογα με τα χαρακτηριστικά να οργανώσουν το πρόγραμμα αποκατάστασης. Μερικά από τα προβλήματα-στόχοι αποκατάστασης που θα συναντήσουν οι φυσικοθεραπευτές σε παιδιά με το σύνδρομο είναι η υποτονία, η συνδεσμική χαλαρότητα και οι σκελετικές δυσπλασίες που μπορεί να προδιαθέτουν σε άλλα ορθοπεδικά προβλήματα όπως αστάθεια επιγονατίδας, σκολίωση, υπεξάρθρημα / εξάρθρημα των ισχίων, πλατυποδία και ραιβό μετατάρσιο. Η παρέμβαση είναι απαραίτητη όταν υπάρχει πόνος, περιορίζεται η λειτουργικότητα και υπάρχει κίνδυνος δομικής βλάβης. Τα ειδικά υποδήματα ωφελούν πολλά παιδιά. Η φυσικοθεραπεία θα πρέπει να στοχεύει στη βελτίωση της βάρδισης, της λειτουργικότητας και της θέσης του κορμού και της κεφαλής (Marder et al, 2001). Διάφοροι μέθοδοι κλινικής αξιολόγησης, συμπεριλαμβανομένων της βάρδισης και της ισορροπίας, χρησιμοποιούνται ευρέως για τον προσδιορισμό της γενικής φυσικής λειτουργίας και κινητικότητα των ηλικιωμένων. Η μυϊκή αδυναμία των κάτω άκρων και η κακή ισορροπία συσχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο πτώσης. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει τα θετικά αποτελέσματα στη βάρδιση μέσα από προγράμματα σχετικά με τη μυϊκή δύναμη, την αντοχή και την ισορροπία σε ηλικιωμένα άτομα με σύνδρομο Down (εικ.3). Για παράδειγμα τα στοιχεία που σημειώθηκαν στην ισοκινητική δύναμη των ποδιών και στην ικανότητα ισορροπίας από ένα πρόγραμμα βάρδισης 6 μηνών σχετικά με τη βελτίωση της μυϊκής δύναμης του κάτω άκρου σε ηλικιωμένα άτομα με σύνδρομο Down έδειξαν σημαντική βελτίωση στην ικανότητα βάρδισης(ταχύτητα, διάρκεια, απόσταση), αυξημένη μυϊκή δύναμη και καλύτερη ισορροπία.

Για να είναι σε θέση το άτομο να εκτελέσει συγκεκριμένες ασκήσεις χρειάζεται λειτουργικότητα. Στόχος της φυσικοθεραπείας δεν είναι μόνο να παρέχει αυτή τη λειτουργικότητα αλλά και να αποτρέπει τη δημιουργία ανεπιθύμητων παρενεργειών και την ανάπτυξη λανθασμένων κινητικών προτύπων. Έτσι η βάρδιση είναι ένας από τους πιο σημαντικούς στόχους που παρεμποδίζεται από την υποτονία και τις σκελετικές δυσπλασίες. Αρχικά πρέπει το άτομο να εκπαιδευτεί στην ορθοσωμία και στη σωστή κίνηση του σώματος κατά τη βάρδιση. Με την εκτέλεση προγράμματος ασκήσεων όπως έκτασης και κάμψης του ποδιού, πιέσεις ποδιού, πιέσεις ώμου, πιέσεις στήθους, μειομετρική δικεφάλου και τρικεφάλου επιτυγχάνεται δύναμη και αντοχή στα άκρα και καλύτερη ισορροπία. Στο καρδιαγγειακό σύστημα ασκήσεις με τη χρήση διαδρόμου, εργομετρικού ποδήλατου, πρέσας στήθους, λάστιχων, αλτήρων και άλλων μηχανημάτων με βαθμιαία αύξηση έντασης και ταχύτητας και δραστηριότητες όπως το ζωνρό περπάτημα, η κωπηλασία, η ποδηλασία, ή το τζόκινγκ έχουν σημαντική επίδραση. Οι ασκήσεις και τα μηχανήματα επιλέγονται ανάλογα με την ηλικία, τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα του ατόμου. Η πλειομετρική προπόνηση αλμάτων, το χαλαρό περπάτημα και γενικά οι ασκήσεις που “φορτίζουν” τα οστά σε συνδυασμό με σωστή διατροφή συμβάλουν στην αύξηση της οστικής πυκνότητας. Τέλος σημαντικό ρόλο παίζει η σωστή ενημέρωση και εκπαίδευση των γονιών (όταν αναφερόμαστε σε παιδιά με σύνδρομο Down) για το πώς θα εκτελούνται σωστά οι ασκήσεις. (Carmeli et al, 2002).





Εικόνα 3: Δοκιμασία βάρδισης

(<http://lermagazine.com/special-section/pediatric-clinical-news/ankle-weights-improve-walking-in-children-with-down-syndrome>)

## **B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Σύνδρομο Down. Η επίδραση της άσκησης στο καρδιαγγειακό σύστημα

Η καρδιαγγειακή νόσος είναι η κύρια αιτία θνησιμότητας σε όλο τον κόσμο και παρόλο που τα καρδιαγγειακά συμβάντα είναι πιο συχνά μετά την πέμπτη δεκαετία της ζωής, υπάρχουν ενδείξεις ότι προέρχονται από την παιδική ηλικία. Τα άτομα με DS παρουσιάζουν έως και δεκαέξι φορές υψηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας για καρδιαγγειακές ασθένειες. Ενώ η συχνότητα εμφάνισης συγγενής ανωμαλίας της καρδιάς στο γενικό πληθυσμό είναι 0,8%, στα άτομα με DS είναι περίπου 40% -65%. Η ανάπτυξη των συγγενών καρδιακών ανωμαλιών είναι πολυπαραγοντική. Επιπλέον, η συχνότητα εμφάνισης κολποκοιλιακής και κοιλιακής διαφραγματικής ανωμαλίας σε ασθενείς με DS είναι 45% και 35% αντίστοιχα.

Μεταξύ των μειζόνων καρδιαγγειακών παραγόντων κινδύνου, βρίσκεται η υψηλή αρτηριακή πίεση (ΑΠ) και ο καθιστικός τρόπος ζωής. Μερικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι και οι δύο αυτοί παράγοντες κινδύνου αποτελούν κριτήριο ισχυρής παρακολούθησης από την παιδική ηλικία έως την εφηβεία και θα πρέπει να μειωθούν από όταν βρίσκονται στις μικρές ηλικίες. Ο έλεγχος της ΑΠ σχετίζεται με τις αλλαγές στον τρόπο ζωής, συμπεριλαμβανομένων της αύξησης της σωματικής εργασίας. Λίγες μελέτες συσχετισμού επίδρασης της σωματικής άσκησης στο καρδιαγγειακό σύστημα σε άτομα με DS είναι διαθέσιμες. Ως εκ τούτου, οι ιδιαιτερότητες των σωματικών ασκήσεων θα πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά για αυτόν τον πληθυσμό. Ο Kelley και οι συνεργάτες (2003) του διεξήγαγαν μία έρευνα που αφορούσε παιδιά και εφήβους χωρίς αναπηρία και απέδειξαν ότι οι βραχυπρόθεσμες σωματικές ασκήσεις δεν οδήγησε σε μείωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης (SBP και DBP) σε κατάσταση ηρεμίας. Παρ'όλα αυτά, ο McDonnell και οι συνεργάτες του (2013) απέδειξαν ότι η τακτική σωματική άσκηση (εικ.4) σχετίζεται με ένα ευεργετικό αγγειακό προφίλ, το οποίο εξηγείται από την ακαμψία της περιφερικής μεγάλης αρτηρίας σε ηλικιωμένα άτομα, αλλά και από τη χαμηλότερη περιφερική αγγειακή αντίσταση σε νεαρά άτομα.

Τα άτομα με DS έχουν έναν λιγότερο δραστήριο τρόπο ζωής από ότι τα άτομα χωρίς DS. Αυτό μπορεί να είναι επιβλαβές για την υγεία και την αυτονομία τους. Η αύξηση του προσδόκιμου ζωής του πληθυσμού αυτού καθιστά την πρόληψη των δευτερογενών ασθενειών πιο σημαντική. Ως εκ τούτου, με την καλή φυσική κατάσταση (αερόβια και αντοχή) θα μπορούσε να μειωθούν τα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης και να βελτιωθεί ή/και να προληφθεί η ανάπτυξη καρδιαγγειακών νοσημάτων σε άτομα με DS.

Επιπλέον πολυάριθμες πειραματικές μελέτες έδειξαν ότι η σωματική δραστηριότητα είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν το περιφερική αιματική κυκλοφορία σε υγιή άτομα, αλλά και σε παιδιά και εφήβους με DS. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν δεδομένα για την επίδραση της σωματικής άσκησης στους αιματολογικούς παράγοντες σε ενήλικες με DS. Ωστόσο, ένα υψηλότερο επίπεδο φυσικής δραστηριότητας των ατόμων με DS μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την κακή καρδιαγγειακή υγεία και την παχυσαρκία. Επίσης η

μακροπρόθεσμη και εντατική σωματική προσπάθεια αποτελεί σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει τη σωστή παραγωγή λεπτίνης (πρωτεϊνική ορμόνη που ρυθμίζει την ενεργειακή πρόσληψη) από τα λιποκύτταρα και τη μείωση της μάζας του σώματος. Τα άτομα με σύνδρομο Down λόγω της έλλειψης φυσικής δραστηριότητας, καθιστική ζωή, παρουσιάζουν χαμηλή ευαισθητοποίηση σχετικά με τις ευεργετικές επιδράσεις της σωματικής δραστηριότητας στην υγεία τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουν φτωχά κίνητρα για να εκτελέσουν οποιαδήποτε μορφή άσκησης.

Έρευνες απέδειξαν (Ernst E.1993, El-Sayed M.1998) ότι μειώθηκε το αίμα και το ιξώδες του πλάσματος καθώς και σημειώθηκαν ευεργετικές αλλαγές στην ελαστικότητα των ερυθροκυττάρων σε άτομα που διάγουν καθιστική ζωή από τη στιγμή που ξεκίνησαν τακτική σωματική δραστηριότητα. Επιπλέον, η αναζωογόνηση των ερυθροκυττάρων μπορεί να επηρεάσει θετικά τη διαδικασία παροχής οξυγόνου στους ιστούς, τη μεταβλητότητα του σχήματος τους, και την τάση να συσσωματώνονται. Αυτό οδηγεί σε μεταβολές στην αντίσταση στη ροή του αίματος στα αγγεία της μικροκυκλοφορίας. Η απώλεια της ελαστικότητας των ερυθροκυττάρων μπορεί να περιορίσει την παροχή οξυγόνου και συνεπώς να οδηγήσει σε υποξία και καταστροφή των ιστών.

Επίσης σημειώθηκαν χαμηλότερα επίπεδα καρδιαγγειακής φυσικής κατάστασης σε παιδιά και ενήλικες με DS σε σύγκριση με άτομα χωρίς DS, με ή χωρίς διανοητική αναπηρία. Επίσης η αερόβια ικανότητα παρουσιάζει μια διαφορετικώς σχετιζόμενη με την ηλικία απόκριση σε άτομα με DS ως αναφορά τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου VO<sub>2</sub>, η οποία δεν μειώνεται με την ηλικία. Ένας συνδυασμός χρονοτροπικής (καθορίζει το χρόνο εμφάνισης) ανικανότητας και συμπαθητικής δυσλειτουργίας μπορεί να εξηγήσει την πολύ χαμηλή μέγιστη καρδιακή συχνότητα και θα μπορούσε να συμβάλει στην μείωση της αερόβιας ισχύος σε άτομα με DS. (P. Aleksander-Szymanowicz et al 2014, B. Seron et al 2015, K. Dodd et al 2005, J. C. Vis et al 2012, A. Millar et al 1992)



Εικόνα 4: η σωματική άσκηση έχει ευεργετικές αλλαγές στο καρδιαγγειακό σύστημα των ατόμων με DS (<http://www.mardrasikora.com/exercise-plan-part-of-being-a-healthy-adult-with-down-syndrome/>)

## 2.2 ΕΡΕΥΝΕΣ

Η B.Seron και οι συνεργάτες της με μια έρευνα που πραγματοποίησαν το 2015 με τίτλο «Πίεση αίματος και αιμοδυναμικές προσαρμογές μετά από ένα πρόγραμμα προπόνησης σε νεαρά άτομα με σύνδρομο Down» απέδειξαν ότι μετά από 12 εβδομάδες αερόβιας ή/και προπόνηση αντοχής παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις στις τιμές της Συστολικής, Διαστολικής και Μέσης Αρτηριακής Πίεσης (ΣΑΠ, ΔΑΠ, ΜΑΠ). Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 29 νεαρά άτομα (20 αγόρια και 9 κορίτσια) με σύνδρομο Down και μέση ηλικία 15,7 ( $\pm$  2,82 χρόνια). Η επιλογή έγινε καλώντας όλα τα νεαρά άτομα με DS ηλικίας μεταξύ 12 και 20 ετών από τα 3 ιδρύματα στην πόλη της Londrina (Βραζιλίας) τα οποία παρέχουν φροντίδα σε άτομα με νοητική υστέρηση. Κριτήριο αποκλεισμού από την έρευνα αποτελούσε η παρουσία ορθοπεδικού ή καρδιακού προβλήματος, η χρήση φαρμάκων που θα μπορούσε να επηρεάσει τον καρδιακό ρυθμό, και η εμφάνιση βαριάς νοητική αναπηρία που θα μπορούσε να επηρεάσει την κατανόηση ή/και την ικανότητα εκτέλεσης των διαδικασιών. Μετά τις εξηγήσεις που δόθηκαν σχετικά με τους όρους της έρευνας, οι γονείς/κηδεμόνες έδωσαν γραπτή συγκατάθεση.

Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα για να παρακολουθήσουν το πρόγραμμα σωματικής άσκησης: αεροβική εκπαιδευτική ομάδα (με 14 άτομα, εκ των οποίων 4 ήταν κορίτσια και 10 ήταν αγόρια) και ομάδα προπόνησης αντοχής (με 15 άτομα, εκ των οποίων 5 ήταν κορίτσια και 10 ήταν αγόρια). Αρχικά, υπήρχε μια ομάδα ελέγχου, όμως, τα άτομα από αυτή την ομάδα δεν παρέστησαν στη δεύτερη επίσκεψη αξιολόγησης, και ως εκ τούτου η ομάδα ελέγχου εξαιρέθηκε από την ανάλυση.

Το πρόγραμμα διαρκούσε 12 εβδομάδες με συνεδρίες των 50 λεπτών. Η αερόβια προπόνηση διεξήχθη τρεις φορές την εβδομάδα σε ένα διάδρομο και ένα εργομετρικό ποδήλατο (15 λεπτά η κάθε μία), με ένταση μεταξύ 50% και 70% του καρδιακού ρυθμού (HR) για 30 λεπτά, προηγείται 10 λεπτά προθέρμανση και ακολουθεί 10 επιπλέον λεπτά διάτασης. Η ένταση παρακολούθηθηκε με ένα Polar FT2 παρακολούθησης καρδιακού ρυθμού. Ο μέγιστος καρδιακός ρυθμός (HRmax) μετρήθηκε με τη βοήθεια ενός τεστ μέγιστης άσκησης για τα άτομα με DS. Αυτό το τεστ ξεκίνησε με 4 χιλιόμετρα ταχύτητα / ώρα και 0% κλίση για δύο λεπτά. Κάθε δύο λεπτά η κλίση του διαδρόμου αυξήθηκε κατά 2,5% έως 12,5%. Στη συνέχεια, η ταχύτητα αυξήθηκε κατά 1,6 χλμ/ώρα κάθε λεπτό μέχρι την επιθυμητή κόπωση. Η δοκιμή πραγματοποιήθηκε σε διάδρομο (INBRAMED, μοντέλο 10,200) με τη χρήση ενός φορητού συστήματος μέτρησης (Cosmed k4b<sup>2</sup>, Ιταλία). Το πρόγραμμα αντοχής αποτελούνταν από 9 ασκήσεις που εκτελούνταν σε τρία σετ των 12 επαναλήψεων, κατ'ανώτατο όριο, και διάλειμμα 3 λεπτών μεταξύ των ασκήσεων. Προτεινόταν η ακόλουθη σειρά των ασκήσεων: μηχανήμα πρέσας στήθους, πρέσα ποδιού, μηχανή έκτασης ποδιού, μηχανήμα ενδυνάμωσης lat pull down, κάμψεις δικεφάλων με λάστιχο, μονοποδική στήριξη με βάρη στον αστράγαλο, λάστιχο έκτασης τρικέφαλου, ανασηκώσεις κνήμης με βάρη στον αστράγαλο, ανασηκώσεις με αλτήρα και ασκήσεις κοιλιακών. Οι δύο πρώτες συνεδρίες ήταν για την προσαρμογή στην προπόνηση με χαμηλά φορτία και, στη συνέχεια, το φορτίο που χρησιμοποιείται αξιολογήθηκε παρατηρώντας την ικανότητα του συμμετέχοντα για την εκτέλεση της άσκησης σε 12 επαναλήψεις. Η αύξηση του φορτίου ήταν αυτόματη, οι αυξήσεις γίνονταν κάθε φορά που ο συμμετέχων ήταν σε θέση να εκτελέσει τα τρία σετ των δώδεκα επαναλήψεων. Η ΑΠ μετρήθηκε με ένα μηχανήμα Finometer πριν και μετά το πρόγραμμα.

Το κύριο εύρημα της παρούσας μελέτης δείχνει μια χρόνια υποτασική επίδραση της αερόβιας άσκησης και της προπόνησης αντοχής σε νεαρά άτομα με DS. Παρ'όλα αυτά, τα ευρήματα του παρούσας μελέτης επιβεβαιώνουν ότι οι επιδράσεις της άσκησης στην αρτηριακή πίεση των μη αναπήρων άτομα, τα οποία παρουσιάζουν συνήθως μείωση της αρτηριακής πίεσης μετά από άσκηση- κυρίως αερόβια προπόνηση. Για την προπόνηση αντοχής οι λίγες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν δείχνουν μια μείωση της ΑΠ αν και είναι λιγότερο σταθερή σε σύγκριση με την αερόβια άσκηση. Σύμφωνα με τον Rodrigues και τους συνεργάτες του (2011), αν και τα άτομα με DS παρουσιάζουν πρόωρη γήρανση σε αρκετά συστήματα οργάνων, δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά όσον αφορά την ακαμψία στην αορτική αρτηρία, η οποία σχετίζεται με διάφορους παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα, συμπεριλαμβανομένης της υψηλής ΑΠ, σε άτομα με DS σε σύγκριση με τα άτομα χωρίς DS. Μερικές μελέτες έχουν δείξει ότι τα άτομα με DS έχουν χρόνια υπόταση, δηλαδή, τα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές από τα άτομα χωρίς το σύνδρομο, ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι θάνατοι που συνδέονται με καρδιαγγειακές παθήσεις είναι πιο συχνές σε άτομα με DS από ότι στο γενικό πληθυσμό. Η μέση ΣΑΠ και ΔΑΠ βρέθηκε για τους συμμετέχοντες εντός των φυσιολογικών τιμών. Επιπλέον, τα επίπεδα αναφοράς της ΣΑΠ, ΔΑΠ και ΜΑΠ ήταν παρόμοια και για τις δύο ομάδες. Οι κατευθυντήριες γραμμές υποδεικνύουν ότι η αύξηση της φυσικής δραστηριότητας συμβάλλει στην πρωτογενή και δευτερογενή πρόληψη της αρτηριακής υπέρτασης. Ωστόσο, σύμφωνα με τους Cornelissen και Smart (2013), η επίδραση της άσκησης σχετικά με το μέγεθος της ΑΠ μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την τροπικότητα της άσκησης (αερόβια ή προπόνηση αντοχής), τη διάρκεια, την ένταση και τη συχνότητα της άσκησης. Η προπόνηση αντοχής έδειξε σημαντικές μειώσεις στα επίπεδα της ΑΠ (ΣΑΠ = -6.2 mmHg, ΔΑΠ = -4.8 mmHg, ΜΑΠ = -4,2 mmHg). Επίσης βελτιώνει την ισορροπία και τη σύσταση του σώματος. Στην παρούσα μελέτη δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στην περιφερική αγγειακή αντίσταση σε καμία από τις δύο ομάδες μετά την προπόνηση 12 εβδομάδων. Οι προσαρμογές στην ΑΠ που βρέθηκαν μπορεί να είναι σημαντικές για τα άτομα με DS, επειδή, όπως προτείνει ο Hu και οι συνεργάτες του (2013), τα άτομα αυτά μπορεί να έχουν υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών παραγόντων κινδύνου, όπως η χαμηλή καρδιοαναπνευστική ικανότητα και η παχυσαρκία. Θα πρέπει να επισημανθεί για την παρούσα μελέτη ότι ο αριθμός των συμμετεχόντων σε κάθε ομάδα ήταν μικρός, και αυτό μπορεί να έχει εμποδίσει κάποιες αναλύσεις. Επιπλέον, ο μη-τυχαιοποιημένος διαχωρισμός των ομάδων παρέμβασης μπορεί να παρέμβει στα αποτελέσματα.

Σε μια άλλη έρευνα που πραγματοποίησαν ο P. Aleksander-Szymanowicz οι συνεργάτες του το 2014, με τίτλο « Η επίδραση της μέτριας έντασης σωματικής προσπάθειας στο περιφερειακό αίμα σε ενήλικες με σύνδρομο Down - μια πιλοτική μελέτη», με στόχο να αξιολογήσουν την επίδραση ενός 6 εβδομάδων αερόβιου προγράμματος στο περιφερικό αίμα σε ενήλικες με DS. Η ομάδα μελέτης περιλάμβανε 15 μη προπονημένους άνδρες ηλικίας 21-24 (22,4 χρόνια  $\pm$  0,91) με μέτρια (IQ 36-51) και σοβαρή (IQ 20-35) διανοητική αναπηρία, που πάσχουν από το σύνδρομο Down. Η μέση τιμή του σωματικού βάρους στα άτομα που υποβάλλονται στην εξέταση πριν από την άσκηση ήταν 67,20 kg  $\pm$  12.05, με σωματικό ύψος 156,53 εκατοστά ( $\pm$  5,97 εκατοστά) και δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) 27,5. Μετά το πρόγραμμα, το σωματικό βάρος μειώθηκε κατά 1,04 kg κατά μέσο όρο, και έφτασε στις τιμές των 66.16 kg ( $\pm$  11,94 kg). Ο ΔΜΣ επίσης μειώθηκε και ήταν 27.1. Τα άτομα της ομάδας δεν έχουν καμία διάγνωση με σοβαρή ή χρόνια καρδιαγγειακή, αιματολογική, αναπνευστική, ή κινητική διαταραχή, ούτε καμία μολύνσεις. Επίσης τα άτομα δεν έλαβαν οποιαδήποτε μόνιμη φαρμακευτική αγωγή.

Τα άτομα που επιλέχθηκαν για την έρευνα υποβλήθηκαν σε σωματική άσκηση τρεις φορές την εβδομάδα για διάστημα έξι εβδομάδων. Η προπόνηση διεξάγονταν πάντα πριν από το μεσημέρι (9:00 π.μ.-12: 30 μ.μ.) σε Monark 894 E Peak Bike κυκλοεργόμετρο(εικ.5). Η προπόνηση περιλάμβανε 10 λεπτά προθέρμανσης, κύρια φάση 20-25 λεπτά, σε ένταση 60-75% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού ( $HR_{max} = 194,5 - (0,56 \text{ ηλικία})$ ) και 10 λεπτά με περίοδο ηρεμίας. Για να καθοριστεί η καθαρή μυϊκή μάζα σώματος χρησιμοποιήθηκε ένας αναλυτής σύστασης σώματος TANITA. Ο καρδιακός ρυθμός παρακολουθούνταν και καταγράφηκε από ένα μόνιτορ καρδιακού ρυθμού Polar Sport Tester RCX5. 24 ώρες πριν και 24 ώρες μετά την άσκηση, τα άτομα της έρευνας έδωσαν δείγματα φλεβικού αίματος από την ωλένια φλέβα τους σε σωληνάρια Vacuette με αντιπηκτικό (δινάτριο άλας). Μετά υποβλήθηκε σε αιματολογικές εξετάσεις και εξετάσεις ρεολογίας (ροής αίματος για διάγνωση, πρόγνωση και θεραπεία παθολογικών καταστάσεων) του αίματος.



Εικόνα 5: 894 E Peak Bike κυκλοεργόμετρο (<http://www.fitnesszone.com/product/Monark894E.html>)

Εντοπίστηκε μείωση στον αριθμό ερυθροκυττάρων (RBC) μετά την περίοδο άσκησης. Έξι εβδομάδες άσκησης με κυκλοεργόμετρο προκάλεσαν μείωση στο μέσο αιμοσφαιρικό όγκο (MCV). Επίσης, σημειώθηκε αύξηση της μέσης σωματιδιακής αιμοσφαιρίνης(MCH). Παρατηρήθηκε μια αύξηση της μέσης σωματιδιακής αιμοσφαιρικής συγκέντρωσης (MCHC). Σημειώθηκε αύξηση του επιπέδου της ανηγμένης γλουταθειόνη (GSH)(οργανική χημική ένωση με σημαντική αντιοξειδωτική δράση) μετά την περίοδο προπόνησης. Σημειώθηκε επίσης (κατά 48,04%) μείωση στον αριθμό των μακροκυττάρων. Οι δοκιμές έδειξαν μια μείωση στη συγκέντρωση του ινωδογόνου(παράγοντας I της πήξης, πολυπεπίδιο το οποίο συντίθεται στο ήπαρ). Φάνηκε μία μείωση του ιξώδους του πλάσματος. Το επίπεδο του αιματοκρίτη επίσης μειώθηκε. Οι δοκιμές περιλάμβαναν επίσης την εξέταση των ερυθρών αιμοσφαιρίων, η παραμόρφωση είναι σημαντικά χαμηλότερη, λόγω του υψηλού επιπέδου του οξειδωτικού στρες. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική αλλαγή στην παραμορφωσιμότητα των ερυθροκυττάρων μετά την άσκηση.

Δύο άλλες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για να δείξουν την επίδραση της άσκησης στο καρδιαγγειακό σύστημα σε άτομα με σύνδρομο Down, έδωσαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα ο J. C. Vis και οι συνεργάτες του πραγματοποίησαν το 2012 έρευνα με τίτλο «Ενήλικοι με σύνδρομο Down έχουν μειωμένη καρδιακή απόκριση μετά από ελαφριά δοκιμασία άσκησης». Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν ενήλικες με διανοητική αναπηρία με και χωρίς DS που ζούσαν σε ιδρύματα φροντίδας υγείας για άτομα με διανοητική αναπηρία. Δημιουργήθηκε και μία ομάδα ελέγχου με υγιείς, μη αθλητές εθελοντές, όπου η δειγματοληψία έγινε τυχαία. Τα κριτήρια αποκλεισμού ήταν: 1) συγγενείς ανωμαλίες της καρδιάς, 2) η νόσος Αλτσχάιμερ, 3) αντενδείξεις για την άσκηση ή σωματική ανικανότητα εκτέλεσης του πρωτόκολλου άσκησης (χρήστης αναπηρικού αμαξιδίου, ορθοπεδικός τραυματισμός), 4) άναρχη λειτουργία του θυρεοειδούς, 5) ασθενείς χωρίς φλεβοκομβικό ρυθμό. Αρχικά έγινε ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα για να εξετάσει αρρυθμίες και να ελέγξει τη λειτουργία του θυρεοειδούς στους συμμετέχοντες με το DS. Η έγκριση λήφθηκε από τα ηθικά διοικητικά συμβούλια όλων των συμμετεχόντων ιδρυμάτων και αποκτήθηκε συγκατάθεση από όλα τα άτομα ή / και τους κηδεμόνες. Επίσης ένα υπερηχοκαρδιογράφημα πραγματοποιήθηκε σε όλους τους ενήλικες ασθενείς.

Μετά τις υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις από ύπτια θέση και από ύπτια με υψωμένα πόδια, οι ασθενείς έπρεπε να εκτελέσουν ένα απλό τεστ. Κατ' αρχάς, οι ασθενείς ενημερώθηκαν για τη δοκιμασία. Στη συνέχεια, οι ασθενείς έπρεπε να σταθούν δίπλα στο κρεβάτι εξέτασης και να εκτελέσουν δέκα κάμψεις γονάτων (χωρίς να αγγίζουν τα πόδια ή τα γόνατα με τα χέρια). Αμέσως μετά από αυτή τη δοκιμασία, οι ασθενείς έπρεπε να ξαπλώσουν στο κρεβάτι εξέτασης σε ύπτια θέση για να επαναληφθεί το υπερηχοκαρδιογράφημα. Η συνολική διάρκεια της δοκιμασίας και της καθυστέρηση μεταξύ του τέλους της και των υπερηχοκαρδιογραφικών καταγραφών μετρήθηκαν με ένα χρονόμετρο. Διάρκεια έργου μικρότερη των 45s έγινε δεκτή. Οι ασθενείς που δεν πληρούσαν αυτό το κριτήριο αποκλείστηκαν από την εκτέλεση της εργασίας τους ως ανεπαρκείς.

Συνολικά 96 ενήλικες με DS (μέση ηλικία  $42 \pm 11$  χρόνια, το 48% άνδρες), 25 χωρίς DS ενήλικες με διανοητική αναπηρία (μέση ηλικία  $50 \pm 11$  χρόνια, 60% άνδρες) και 33 για την ομάδα ελέγχου (μέση ηλικία  $40 \pm 11$  έτη 55% άνδρες) συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη. Εξέταση καρδιάς σε κατάσταση ηρεμίας πραγματοποιήθηκε σε όλα τα 154 άτομα. Ωστόσο ο καρδιακός δείκτης μετά την άσκηση λήφθηκε μόνο από 52 ασθενείς με DS, 11 με μη-DS ενήλικες με διανοητική αναπηρία και 22 από την ομάδα ελέγχου. Στις δύο ομάδες με διανοητική αναπηρία, οι ασθενείς με σοβαρές γνωστικές βλάβες είχαν μια αποτυχημένη δοκιμή άσκησης σημαντικά συχνότερα (DS  $p < 0,001$  και μη-DS  $p 00.04$ ). Όλα τα άλλα χαρακτηριστικά των ασθενών με και χωρίς τη δοκιμασία άσκησης δεν διέφεραν σημαντικά, με εξαίρεση για τους ενήλικες με μη DS με μια διανοητική αναπηρία, οι ασθενείς με επιτυχή δοκιμασία ήταν κατά μέσο όρο 13 κιλά βαρύτεροι. Ο μέσος χρόνος της δοκιμασίας ήταν  $24s \pm 6s$  και η μέση καθυστέρηση μεταξύ δοκιμασίας και υπερηχοκαρδιογραφικών καταγραφών ήταν  $32s \pm 13s$ . Συνολικά, 54 άτομα με DS και 14 με μη DS ενήλικες με διανοητική αναπηρία αποκλείστηκαν από την έρευνα, επειδή δεν ήταν σε θέση να εκτελέσουν τη δοκιμασία επαρκώς ή δεν θέλησαν να συμμετάσχουν.

Το κύριο εύρημα της μελέτης αυτής ήταν ότι σε υγιείς ενήλικες με DS η αύξηση του καρδιακού δείκτη μειώνεται μετά από σχετικά ελαφριά δοκιμασία σε σύγκριση με υγιείς ενήλικες και με μη DS ενήλικες με διανοητική αναπηρία. Η μέση αύξηση του καρδιακού δείκτη μετά από μια απλή δοκιμασία ήταν 50% χαμηλότερη σε άτομα με DS σε σύγκριση με



υγιείς άτομα. Αυτή η μειωμένη καρδιακή απόκριση μετά την άσκηση σχετιζόταν με ένα χαμηλότερο μέσο όγκο παλμού στο DS, καθώς δεν βρέθηκαν διαφορές στις ομάδες για τον καρδιακό ρυθμό. Ο όγκος παλμού είναι μικρότερος σε ασθενείς με διανοητική αναπηρία (με και χωρίς DS) σε σύγκριση με υγιείς άτομα. Αυτό δείχνει ότι ο όγκος παλμού περιορίζεται στις μικρότερες καρδιές σε άτομα με DS. Επιπλέον, η αναμενόμενη υψηλότερη απόκριση του καρδιακού ρυθμού για να αντισταθμίσει το χαμηλότερο όγκο παλμού απουσίαζε στα άτομα με DS. Αυτό ταιριάζει με τη θεωρία του Baynard(2004) και των συνεργατών του ότι η κορυφή του καρδιακού ρυθμού είναι χαμηλότερη στα άτομα με DS. Ο Fernhall και οι συνεργάτες του(2009) πρότεινε ότι ένας μειωμένος μέγιστος καρδιακός ρυθμός και χαμηλές ικανότητες εργασίας στα άτομα με DS θα μπορούσε να εξηγηθεί από μια μειωμένη απάντηση κατεχολαμινών σε μέγιστη άσκηση. Επιπλέον ο Figueroa και οι συνεργάτες του(2005) ανέφεραν μειωμένο καρδιακό ρυθμό και απόκριση αρτηριακής πίεσης σε συμπαθητική άσκηση λόγω αμβλεία πνευμοναγαστρική απόκριση και μειωμένη διέγερση συμπαθητικού. Εκτός από αυτή τη μειωμένη συμπαθητικομιμητική δυνατότητα άσκησης, έδειξε μειωμένο όγκο παλμού σε ενήλικες με DS.

Τα ευρήματα με μη DS ενήλικες με διανοητική αναπηρία δείχνουν ότι τα αποτελέσματά είναι ειδικά για το σύνδρομο Down. Σε αυτή τη μελέτη, μια χαμηλότερη αύξηση του καρδιακού ρυθμού βρέθηκε σε άτομα με DS μετά την άσκηση σε σύγκριση με μη DS ενήλικες με διανοητική αναπηρία. Αυτό αντιστοιχεί με τη μελέτη του Pitetti και των συνεργατών του(1992) όπου τα άτομα χωρίς DS με διανοητική αναπηρία είχαν σημαντικά υψηλότερο μέσο καρδιακό ρυθμό από ότι τα άτομα με DS κατά τη διάρκεια χρήσης διαδρόμου. Στη μελέτη αυτή ο καρδιακός δείκτης μετά την άσκηση ήταν παρόμοιος μεταξύ των υγιών και των ενηλίκων με μη DS με διανοητική αναπηρία. Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι χωρίς DS ενήλικες με διανοητική αναπηρία μπορούν να αυξήσουν την καρδιακή τους ικανότητα επαρκώς, σε αντίθεση με τα άτομα με DS. Ένας περιορισμός αυτής της μελέτης είναι ότι οι δοκιμασίες απέτυχαν περισσότερο από το μισό των ατόμων με διανοητική αναπηρία. Όπως ήταν αναμενόμενο τα περισσότερα άτομα με σοβαρή νοητική αναπηρία δεν ήταν σε θέση να εκτελέσουν τη δοκιμασία λόγω σωματικών προβλημάτων ή μη συνεργασίας.

Στην έρευνα της Dodd και των συνεργατών της που πραγματοποιήθηκε το 2005 με τίτλο «Μια συστηματική ανασκόπηση των αποτελεσμάτων καρδιαγγειακού προγράμματος άσκησης για άτομα με σύνδρομο Down» φάνηκε ότι η χρήση του προγράμματος άσκησης της έρευνας βοηθά την καρδιαγγειακή υγεία. Έγινε έρευνα σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων με συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά και αποκλείονταν άρθρα στα οποία η μελέτη ήταν χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας (βαθμολογία  $\leq 3$  στην κλίμακα PEDro, βαθμολογεί μελέτες με σκορ από 0 έως 10 ανάλογα με το αν τα ακόλουθα στοιχεία της μεθοδολογικής αυστηρότητας είναι παρόντα ή απόντα) ή εάν τα δεδομένα επαναλαμβάνονταν και σε άλλη συμπεριλαμβανόμενη έρευνα. Η ποιότητα των άρθρων είχε αξιολογηθεί ανεξάρτητα από 2 κριτικούς.

Εντοπίστηκαν 156 άρθρα όπου μετά την αξιολόγηση έμειναν 18. Όλα ήταν εμπειρικές μελέτες. Από αυτά, 5 άρθρα εξαιρέθηκαν επειδή δεν ήταν σύμφωνα με τη στρατηγική αναζήτησης, 6 αποκλείστηκαν επειδή το πρόγραμμα άσκησης δεν ήταν σύμφωνο με τις κατευθυντήριες γραμμές του ACSM(Αμερικάνικο Κολέγιο Αθλητικής Ιατρικής), 1 άρθρο αποκλείστηκε επειδή όλοι οι συμμετέχοντες δεν είχαν Σύνδρομο Down, και 2 αποκλείστηκαν λόγω της κακής μεθοδολογικής ποιότητας. Έτσι έμειναν συνολικά 3 τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες και 1 μη τυχαίοποιημένη για λεπτομερή ανασκόπηση.

Τα προγράμματα άσκησης ήταν αρκετά παρόμοια. Όλα τα προγράμματα περιλάμβαναν ασκήσεις χαμηλής έντασης, όπως ζοηρό περπάτημα, κωπηλασία, ποδηλασία, ή τζόκινγκ. Οι συνεδρίες διαρκούσαν 30 λεπτά και πραγματοποιούνταν 3 φορές την εβδομάδα, και η διάρκεια των προγραμμάτων ήταν σύντομη, που κυμαίνονταν από 10 μέχρι 16 εβδομάδες. Σύντομη προθέρμανση και περίοδοι χαλάρωσης συμπεριλήφθηκαν ως μέρος του κάθε προγράμματος. Ένα από τα προγράμματα περιλάμβανε 15 λεπτά άσκηση προοδευτικής αντίστασης εκτός από τις αερόβιες ασκήσεις. Οι κινητήριες στρατηγικές αποτελούσαν αναπόσπαστο μέρος σε όλα τα προγράμματα. Οι στρατηγικές αυτές περιλάμβαναν τη χρήση φυσικής ενίσχυσης (π.χ. ελαφρύ κτύπημα στην πλάτη), οπτικής ενίσχυσης (π.χ. ένα χαμόγελο), βρώσιμης ενίσχυσης (π.χ. ένα υγιεινό φαγητό), ή λεκτικής ενίσχυση (π.χ. ένα θετικό σχόλιο όπως «καλή δουλειά») καθώς και τη δυνατότητα να επιλέξουν τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιήσουν σε κάθε συνεδρία.

Όλες οι μελέτες ανέφεραν επαρκή στοιχεία για τις αλλαγές στην λειτουργία του σώματος στα άτομα με σύνδρομο Down μετά από συμμετοχή σε καρδιαγγειακό πρόγραμμα άσκησης. Ένα θετικό αποτέλεσμα βρέθηκε για την καρδιαγγειακή υγεία σχετικά με τη κορυφαία πρόσληψη οξυγόνου (VO<sub>2</sub>peak). Αν και 2 επιμέρους μελέτες είχαν διάστημα εμπιστοσύνης (CI) που έφθανε το 0 (τη γραμμή χωρίς επίδραση), όταν συγκεντρώθηκαν τα αποτελέσματα από τις 4 μελέτες σε ένα μοντέλο σταθερής αποτελεσματικότητας, το σύνολο του δείγματος των 107 ατόμων έδειξε ότι υπάρχει σημαντική επίδραση για την προπόνηση. Το μεγαλύτερο ατομικό αποτέλεσμα βρέθηκε για μια ομάδα 15 ανδρών με μέσο όρο ηλικίας 24,6 (±3,3 χρόνια) που ολοκλήρωσαν ένα πρόγραμμα με τρέξιμο και περπάτημα 12 εβδομάδων που πραγματοποιήθηκε 3 φορές την εβδομάδα. Όλες οι συμπεριλαμβανόμενες μελέτες μέτρησαν τη VO<sub>2</sub>peak αντί της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO<sub>2</sub>max). Η VO<sub>2</sub>max συνήθως μετράται κατά τη διάρκεια μιας μέγιστης δοκιμασίας και λαμβάνεται ως το σημείο που η κατανάλωση οξυγόνου παύει να αυξάνει με την αντίστοιχη αύξηση της άσκησης. Τρεις μελέτες ανέφεραν επαρκή στοιχεία για τον υπολογισμό του μέγεθος της επίδρασης της άσκησης στην κορυφαία ανά λεπτό αερισμού. Μία αύξηση στην κορυφή του αερισμού ανά λεπτό υποδηλώνει βελτίωση στην αναπνευστική ικανότητα. Φάνηκε ότι το καρδιαγγειακό πρόγραμμα γυμναστικής είχε αυξημένες τιμές αερισμού μετά την προπόνηση. Μια αύξηση του φόρτου εργασίας οδηγεί σε μια γραμμική αύξηση της VO<sub>2</sub>peak και μια αντίστοιχη καμπυλόγραμμη αύξηση στον κορυφαίο ανά λεπτό αερισμό.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο 4 μελέτες πληρούν τα κριτήρια ένταξης στην αναφορά και, ως εκ τούτου, περαιτέρω έρευνα χρειάζεται για να μπορεί να είναι βέβαιο το συμπέρασμα ότι αυτοί οι τύποι προγραμμάτων είναι επωφελής για τα άτομα με DS.

<u>ΕΡΕΥΝΑ 1<sup>η</sup></u>	<u>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</u> Seron Bruna Barboza, Goessler Karla Fabiana, Modesto Everaldo Lambert, Almeida Eloise Werle, Greguol Márcia (2015)	<u>ΔΕΙΓΜΑ</u> 29 άτομα με σύνδρομο Down χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, 1)αερόβιας προπόνησης με 14 άτομα, και 2) ομάδα αντοχής με 15 άτομα.	<u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</u> Συνεδρίες για 12 εβδομάδες με τη χρήση διαδρόμου, εργομετρικού ποδήλατου, πρέσας στήθους, λάστιχων, αλτήρων και άλλων μηχανημάτων με βαθμιαία αύξηση έντασης και ταχύτητας.	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u> Υποτασική επίδραση της αερόβιας άσκησης και της προπόνησης αντοχής σε νεαρά άτομα με DS.
<u>ΕΡΕΥΝΑ 2<sup>η</sup></u>	<u>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</u> Aleksander- Szymanowicz, Marchewka P. A, Dabrowski Z, Teleglow A, Bac A, Glodzik J, 2014	<u>ΔΕΙΓΜΑ</u> Δεκαπέντε άνδρες με σύνδρομο Down με μέτρια ή σοβαρή διανοητική αναπηρία	<u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</u> Προπόνηση για 6 εβδομάδες, κάθε συνεδρία διαρκούσε 40-45 λεπτά(μαζί με ζέσταμα και χαλάρωση) με χρήση κυκλοεργόμετρου.	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u> Μείωση αριθμού ερυθροκυττάρων (RBC), μείωση στο μέσο αιμοσφαιρικό όγκο (MCV), αύξηση της μέσης σωματιδιακής αιμοσφαιρίνης(MCH).
<u>ΕΡΕΥΝΑ 3<sup>η</sup></u>	<u>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</u> Vis J. C. , De Bruin-Bon H. A. C. M. , Bouma B. J. ,Huisman S. A. ,Imschoot L. , van den Brink K. , Mulder B. J. M., (2012)	<u>ΔΕΙΓΜΑ</u> 96 Ενήλικες με DS, 25 με μη DS αλλά με διανοητική αναπηρία και 33 στην ομάδα ελέγχου.	<u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</u> Ηχοκαρδιογράφημα για τον αποκλεισμό καρδιακών ανωμαλιών και για να μετρηθεί ο καρδιακός δείκτης (CI) σε ύπτια θέση, σε ύπτια θέση με υψωμένα τα πόδια, και μετά από δέκα κάμψεις γονάτων.	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u> Σε υγιείς ενήλικες με DS η αύξηση του καρδιακού δείκτη μειώνεται μετά από σχετικά ελαφριά δοκιμασία.
<u>ΕΡΕΥΝΑ 4<sup>η</sup></u>	<u>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</u> Dodd K J, Shields N (2005)	<u>ΔΕΙΓΜΑ</u> Έρευνα σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων, εντοπίστηκαν 156 άρθρα όπου μετά την αξιολόγηση έμειναν 4.	<u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</u> Ασκήσεις χαμηλής έντασης, όπως ζωηρό περπάτημα, κωπηλασία, ποδηλασία, ή τζόκινγκ. Οι συνεδρίες διαρκούσαν 30 λεπτά για 10 με 16 εβδομάδες.	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u> Βελτίωση αναπνευστικής ικανότητας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Σύνδρομο Down. Η επίδραση της άσκησης στα οστά

Τα άτομα με σύνδρομο Down έχουν μειωμένα επίπεδα οστικής μάζας συγκριτικά με εκείνα που δεν έχουν DS. Έτσι θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως πληθυσμός με υψηλότερο κίνδυνο να υποστεί κατάγματα των οστών και οστεοπόρωση. Η οστεοπόρωση είναι μια συστηματική σκελετική ασθένεια που χαρακτηρίζεται από χαμηλή οστική μάζα και μικρο-αρχιτεκτονική αλλοίωση, με αποτέλεσμα να υπάρχει μία αυξημένη ευαισθησία σε κατάγμα. Τα οστεοπορωτικά κατάγματα αποτελούν σήμερα ένα μείζον πρόβλημα δημόσιας υγείας. Μεταξύ των παραγόντων που εμπλέκονται στον κίνδυνο κατάγματος είναι η οστική πυκνότητα (BMD), η οστική γεωμετρία και η αντοχή των οστών. Επιπλέον, όπως το προσδόκιμο ζωής του πληθυσμού με DS έχει αυξηθεί τα τελευταία 70 χρόνια και η τάση αυτή αναμένεται να συνεχιστεί, η συχνότητα εμφάνισης της οστεοπενίας και της οστεοπόρωσης είναι πιθανό να αυξηθεί σε αυτόν τον πληθυσμό εντός των προσεχών χρόνων. Και ενισχύοντας την υπόθεση αυτή, το DS έχει αποδειχθεί ως ένας από τους βασικούς συντελεστές για ύπαρξη χαμηλής οστικής πυκνότητας σε άτομα με διανοητική αναπηρία. Είναι ευρέως γνωστό ότι μια αυξημένη οστική μάζα κατά την παιδική και εφηβική ηλικία είναι καθοριστική για μια καλή σκελετική υγεία στην ενήλικη ζωή (Matute-Llorente et al 2013).

Η φυσική δραστηριότητα είναι ένας βασικός παράγοντας στην πρόληψη των ασθενειών και παρέχει πολλά οφέλη στη γενική υγεία και ιδιαίτερα στη σκελετική υγεία. Η άσκηση έχει σημαντική οστεογονική δράση, κυρίως όταν υφίσταται μεγάλο αντίκτυπο και βάρος, και η φυσική δραστηριότητα συμβεί σύμφωνα με το νόμο του Wolff ο οποίος υποστηρίζει ότι τα οστά μπορούν να προσαρμοστούν στα μηχανικά φορτία. Την ίδια στιγμή, η μηχανοστατική θεωρία δείχνει ότι η συστηματική άσκηση θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια άμεση οστεογονική επίδραση στην οστική μάζα και σε μία έμμεση οστεογόνο επίδραση με αύξηση του μυϊκού μεγέθους και της δύναμης και ως εκ τούτου να δημιουργήσει αύξηση στις εντάσεις που δημιουργούνται στα οστά. Τα άτομα με DS εμφανίζουν πολλά εμπόδια για να συμμετάσχουν στην καθημερινή φυσική δραστηριότητα όπως περιορισμούς μεταφοράς, χαμηλά κίνητρα και έλλειψη ολοκληρωμένης επιλογής προγράμματος (Matute-Llorente et al 2013).

Χαμηλότερα επίπεδα περιεκτικότητας των οστών σε μέταλλα (Bone Mineral Content-BMC) έχουν παρατηρηθεί όχι μόνο σε ενήλικες αλλά και σε παιδιά και εφήβους με σύνδρομο Down σε σχέση με άτομα χωρίς DS. Η απόκτηση υψηλής οστικής μάζας κατά την παιδική ηλικία και την εφηβεία είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την πρόληψη της οστεοπόρωσης στη μετέπειτα πορεία της ζωής. Λόγω του ότι το προσδόκιμο ζωής των ατόμων με σύνδρομο Down έχει αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες πάνω από τα 55 έτη, η συχνότητα εμφάνισης της οστεοπόρωσης, η ευθραυστότητα των οστών, και τα σχετικά κατάγματα αναμένεται να αυξηθούν τα επόμενα χρόνια. Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι η σωματική δραστηριότητα και, ειδικότερα, η συμμετοχή στον αθλητισμό κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης έχει οστεογονική δράση σχετικά με την αυξανόμενη σκελετό σε παιδιά και εφήβους. Η πλειομετρική προπόνηση είναι ένα είδος άσκησης που απαιτεί διάφορα άλματα τα οποία μπορούν να αυξήσουν την μέγιστη οστική μάζα κατά τη διάρκεια της εφηβείας. Αυτό το είδος της άσκησης έχει αποδειχθεί ότι είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την

αύξηση της μυϊκής μάζας σε εφήβους με σύνδρομο Down και επειδή η οστική μάζα συνδέεται στενά με τη μυϊκή μάζα αυτό είναι ένα θετικό αποτέλεσμα. Έχει επίσης προταθεί ότι στους νέους η μηχανική επίδραση που προκύπτει από τις πλειομετρικές ασκήσεις είναι μια από τις πιο οστεογονικές δραστηριότητες και θα μπορούσε να ενισχύσει τα επίπεδα οστεοκαλσίνης (πρωτεΐνη που χρησιμοποιείται ως δείκτης του οστικού μεταβολισμού) (Gonzalez-Aguero et al 2011).

Το σύνδρομο Down εμφανίζεται περίπου σε ένα στα 800 άτομα, 400.000 στην ΗΠΑ. Παρά την υψηλή συχνότητα εμφάνισης και την αύξηση της μακροζωίας λίγα είναι γνωστά σχετικά με την αιτιολογία ή με την πρόληψη των κοινών ασθενειών που εμφανίζονται συχνά σε αυτήν την ομάδα. Ο διαβήτης, αυτοάνοση ασθένεια, και η οστεοπόρωση εμφανίζονται συχνότερα στα άτομα με DS σε σχέση με το γενικό πληθυσμό, και το DS φαίνεται να είναι ένας ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για την οστεοπενία και την οστεοπόρωση. Με αποτέλεσμα, μικρά ή ελάχιστα τραύματα της σπονδυλικής στήλης και μηριαία κατάγματα να είναι όλο και πιο σημαντικές αιτίες για τη νοσηρότητα, αλλά το χρονοδιάγραμμα, και η διάρκεια της θεραπείας της οστεοπόρωσης παραμένουν άγνωστα. Αρκετοί ερευνητές έχουν αναφέρει ότι τα παιδιά με DS έχουν χαμηλότερη οστική μάζα ειδικά στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης σε σχέση με τους συνομηλίκους τους χωρίς νοητική υστέρηση ή με νοητική υστέρηση, αλλά χωρίς DS. Μερικές μελέτες (Gonzalez A. 2011, Baptista F. 2005) έχουν δείξει ότι το οστό φαίνεται να μην παράγεται σε κανονικό ρυθμό κατά την παιδική ηλικία και ότι η χαμηλή πυκνότητα των οστών είναι πιο υπερβολική σε νεαρούς ενήλικες. Σε ενήλικες με DS έχει βρεθεί ότι έχουν χαμηλότερη οστική μάζα των οσφυϊκών σπονδύλων και αυτό δεν φαίνεται να επηρεάζεται από το σωματικό βάρος ή τη σύνθεση των μαλακών ιστών. Γνωστές δευτερογενείς αιτίες για τη χαμηλή οστική πυκνότητα περιλαμβάνουν διαιτητικές ανεπάρκειες (βιταμίνης D και πρόσληψης ασβεστίου), ενδοκρινικές (υποθυρεοειδισμός, υπερπαραθυρεοειδισμός, υπογοναδισμός-ο οργανισμός δεν παράγει την ποσότητα της τεστοστερόνης που χρειάζεται) και αυτοάνοσες (κοιλιοκάκη) διαταραχές οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε ανεπαρκή θρέψη, χαμηλής δραστηριότητας επίπεδα, χαμηλή έκθεση στο ηλιακό φως, και η αντισπασμωδική χρήση έχει επίσης συσχετιστεί με μειωμένη οστική μάζα (McKelvey et al 2012).

Ενήλικες με διανοητική αναπηρία μπορεί να εμφανίσουν χαμηλή οστική πυκνότητα λόγω της μειωμένης βάδισης, της έλλειψης άσκησης, της κακής διατροφής (η δυσκολία κατάποση είναι ένας παράγοντας κινδύνου για την κακή διατροφή, η οποία με τη σειρά της αποτελεί παράγοντα κινδύνου για χαμηλή οστική πυκνότητα), της μειωμένης έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία (που οδηγεί σε ανεπάρκεια βιταμίνης D), των φαρμάκων (π.χ., αντιεπιληπτικά-τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται πιο συχνά από τους ενήλικες με διανοητική αναπηρία), της φυλής, του σύνδρομο Down, και του υπογοναδισμού. Επιπλέον, η οστεοπόρωση και η οστεοπενία συχνά εμφανίζονται σε νεότερα σε ηλικία άτομα με διανοητική αναπηρία από ότι στο γενικό πληθυσμό. Για το γενικό πληθυσμό, οι ΗΠΑ συνιστούν την έναρξη εξέτασης στα 65 έτη για τις γυναίκες και νωρίτερα για τις γυναίκες με υψηλό κίνδυνο. Ωστόσο, οι συστάσεις διαφέρουν ως προς τον έλεγχο της οστικής πυκνότητας για τα άτομα με διανοητική αναπηρία. Ομάδα εμπειρογνομόνων που συγκλήθηκε από το Τμήμα Αναπτυξιακής Υπηρεσίας Μασαχουσέτης (DDS), ένας κυβερνητικός οργανισμός που παρέχει προγράμματα και στήριξη για ενήλικες με διανοητική αναπηρία, συνιστά οστική εξέταση για τα άτομα με διανοητική αναπηρία που αρχίζει στα 19 χρόνια (Dreyfus et al 2014).

### 3.2 ΕΡΕΥΝΕΣ

Μία έρευνα του Matute-Llorente και των συνεργατών του το 2013, με τίτλο «Μειωμένα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας εφήβων με σύνδρομο Down είναι συνδεδεμένα με χαμηλή οστική πυκνότητα: μία συγχρονική μελέτη», είχε ως στόχο να περιγράψει τα πρότυπα φυσικής δραστηριότητας εφήβων με DS σε σύγκριση με τους ομολόγους τους και να προσδιορίσει τη σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και κινδύνου εμφάνισης χαμηλής οστικής μάζας σε εφήβους με DS. Αρχικά, πριν από τη μελέτη, ήρθαν σε επαφή με τους γονείς για να συμμετάσχουν τα παιδιά τους στη μελέτη. Μόλις ελήφθησαν οι συγκαταθέσεις, επιλέχθηκαν 40 έφηβοι (η λήψη είχε υπόψη την ηλικία, το φύλο τους και την έλλειψη αντενδείξεων. Οι αντενδείξεις για τη σάρωση DXA(μέθοδος διπλής ενεργειακής απορρόφησης) ήταν: να είναι έγκυος ή να έχει χρησιμοποιούν ουσίες όπως ιώδιο, βάριο, και ισότοπο πυρηνικής ιατρικής (κάθε ισότοπο ενός χημικού στοιχείου που είναι ασταθές και διασπάται εκπέμποντας ραδιενέργεια). Η παρούσα μελέτη διεξήχθη σε δύο ομάδες: η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από 20 εφήβους με DS (10 κορίτσια και 10 αγόρια ηλικίας  $14,7 \pm 2,2$  ετών) που ζουν στο σπίτι τους, τα οποία είχαν προσληφθεί από διάφορα ειδικά σχολεία και ιδρύματα στην περιοχή της Αραγονίας στην Ισπανία. Οι έφηβοι με το DS εξετάστηκαν από έναν έμπειρο καρδιολόγο και όλοι τους ήταν υγιείς και τους δόθηκε η άδεια να συμμετάσχουν στη μελέτη. Η δεύτερη ομάδα σχηματίστηκε από 20 εφήβους χωρίς DS (10 κορίτσια και 10 αγόρια ηλικίας  $13,2 \pm 2,8$  έτη) και προσλήφθηκαν από τακτικά σχολεία στην ίδια περιοχή. Όλοι οι έφηβοι χωρίς DS ήταν υγιείς, χωρίς γνωστή ασθένεια, και φαρμακευτική αγωγή για τουλάχιστον 3 μήνες πριν από τη δοκιμή. Ένα πλήρες κλινικό ιστορικό (συμπεριλαμβανόμενες ασθένειες ή χειρουργικές επεμβάσεις και παραμονή σε νοσοκομείο) συλλέχθηκε για κάθε άτομο. Και οι δύο γονείς και τα παιδιά ενημερώθηκαν για τους στόχους και τις διαδικασίες της μελέτης, καθώς και τους πιθανούς κινδύνους και τα οφέλη, και στη συνέχεια λήφθηκε γραπτή συγκατάθεση (Matute-Llorente et al 2013).

Όλα τα άτομα μετρήθηκαν με σταδιόμετρο χωρίς παπούτσια και με ελάχιστο ρούχα και ζυγίστηκαν. Ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ) υπολογίστηκε ως βάρος (Σε κιλά) διαιρούμενο με το ύψος (τετραγωνικά μέτρα). Ύψος, βάρος και ΔΜΣ Z-βαθμολογίες(μια μέτρηση η οποία συγκρίνει την πραγματική BMD ενός ατόμου με την ηλικία και το φύλο) υπολογίστηκαν με τη χρήση του Microsoft Excel. Η εφηβική ανάπτυξη προσδιορίστηκε από έναν ειδικό αθλητικής ιατρικής με άμεση παρατήρηση, σύμφωνα με τα πέντε στάδια που προτείνει ο Tanner και ο Whitehouse (5 στάδια εφηβικής ανάπτυξης) (Matute-Llorente et al 2013).

Η φυσική δραστηριότητα αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας το μονοαξονικό επιταχυνσιόμετρο ActiTrainer που έχει επικυρωθεί για την αξιολόγηση της σωματικής δραστηριότητας και των ενεργειακών δαπανών. Το ActiTrainer είναι μια μικρή και ελαφριά συσκευή η οποία χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα ικανό να ανιχνεύει κινήσεις στο κατακόρυφο επίπεδο. Το επιταχυνσιόμετρο φορέθηκε για επτά συνεχόμενες ημέρες κατά τη διάρκεια της σχολικής διάρκειας του χρόνου και ήταν τοποθετημένο στο δεξί ισχίο του κάθε εφήβου μέσω ελαστικής ζώνης. Δόθηκαν οδηγίες προς τους συμμετέχοντες και τους φροντιστές τόσο προφορικά όσο και γραπτά σχετικά με το πώς να φορούν το επιταχυνσιόμετρο κατά τη διάρκεια της βόλτας εκτός από το μπάνιο, το ντους, το κολύμπι, και τα αθλήματα επαφής.

Χρησιμοποιήθηκε ένα πρόγραμμα για να σημειώνεται όταν το επιταχυνσιόμετρο έχει τοποθετηθεί ή αφαιρεθεί. Στην ομάδα με DS, αυτό σημειώνονταν από τους γονείς ή τους φροντιστές ενώ στην ομάδα ελέγχου σημειώνονταν από τους ίδιους. Μια περίοδος συλλογής δεδομένων των 7 ημερών παρείχε επαρκή χρόνο για να αποκτηθεί μία αξιόπιστη εκτίμηση της φυσιολογική δραστηριότητα σε παιδιά και εφήβους ηλικίας 6-17 ετών, καθώς επιτρέπει διαφορές στα επίπεδα της φυσικής δραστηριότητας σε όλη τη διάρκεια της ημέρας και μεταξύ εργάσιμων και των Σαββατοκύριακων. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν προηγούμενα δημοσιεύματα που προτείνει ο Evenson και οι συνεργάτες του και συνιστώνται από τον Trost και τους συνεργάτες του για να εκτιμηθεί ο χρόνος που δαπανάται σε καθιστικές, ελαφριάς, μέτριας, μεγάλης έντασης φυσικής δραστηριότητας σε παιδιά και εφήβους. Για να συμπεριληφθούν στην παρούσα μελέτη, το επιταχυνσιόμετρο έπρεπε να φοριέται για τουλάχιστον 10 ώρες την ημέρα και για τουλάχιστον 4 ημέρες από την περίοδο παρακολούθησης των 7 ημερών (Matute-Llorente et al 2013).



Εικόνα 6: επιταχυνσιόμετρο ActiTrainer(<http://actigraphcorp.com/products-showcase/activity-monitors/actigraph-link/>)

Τελικά έμειναν 7 συμμετέχοντες(οι υπόλοιποι αποκλείστηκαν για διάφορους λόγους). Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων για την ηλικία, το βάρος, το ύψος και το ΔΜΣ. Κατά μέσο όρο, οι συμμετέχοντες με το DS ήταν μεγαλύτερης ηλικίας, ελαφρύτεροι και μικρότερου ύψους από εκείνους που δεν είχαν DS Αυτές οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές. Όταν το βάρος, το ύψος και ο ΔΜΣ Z ελήφθησαν υπόψη, οι έφηβοι με DS έδειξαν σημαντικά διαφορές στο ύψος και στο βάρος σε σύγκριση με τους εν λόγω εφήβους χωρίς DS. Τα συνολικά λεπτά σε κάθε φυσική δραστηριότητα προσαρμόστηκαν ανάλογα με την ηλικία και τον έγκυρο χρόνο. Υπήρχε μία σημαντική επίδραση της ηλικίας και του χρόνου στην καθιστική δραστηριότητα.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων αποκάλυψε ότι η καθιστική ζωή ήταν σημαντικά χαμηλότερη στην ομάδα DS από ότι στην ομάδα ελέγχου. Η ομάδα με DS δραστηριοποιήθηκε περισσότερο κατά τη διάρκεια του φωτός από την ομάδα ελέγχου. Οι έφηβοι με DS ασχολούνται λιγότερο με την έντονη δραστηριότητα από αυτούς χωρίς DS αλλά ούτε η ηλικία ούτε ο χρόνος είχε σημαντική επίδραση. Κανένας από τους εφήβους με DS πραγματοποίησε το ελάχιστο 60 λεπτά καθημερινά μέτριας έως έντονης δραστηριότητας εκτός από 3 εφήβους της ομάδας ελέγχου που έφτασαν αυτό το ποσό, το οποίο αντιπροσωπεύει το 21,4% του δείγματος (Matute-Llorente et al 2013).

Οι έφηβοι με DS εμφάνισαν τιμές με χαμηλότερη οστική πυκνότητα σε ολόκληρο το σώμα, στην οσφυϊκής μοίρας και το ισχίο από την ομάδα ελέγχου. Όλες οι διαφορές ήταν σημαντικές. Παρατηρήθηκε μια τάση προς υψηλότερη τιμή ΔΜΣ Z στην μέση και έντονη δραστηριότητα σε σύγκριση με τη χαμηλή δραστηριότητα στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και σε όλες τις τιμές του ΔΜΣ Z του σώματος (Matute-Llorente et al 2013).

Το κύριο εύρημα της παρούσας μελέτης είναι ότι όσοι έφηβοι με DS επιδίδονται καθημερινά για περισσότερα λεπτά σε φυσική δραστηριότητα παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές του Z ΔΜΣ, κυρίως στο ισχίο. Η βιβλιογραφία υποδεικνύει μια σταθερή μακροπρόθεσμη προστατευτική επίδραση που προέρχεται από τη φυσική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της εφηβείας στην υγεία των οστών και, επίσης, ότι η καθιστική συμπεριφορά κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας συνδέεται με προβλήματα υγείας στην ενηλικίωση. Η δραστηριότητα θα πρέπει να προωθηθεί σε εφήβους με DS, όχι απαραίτητα σε υψηλή ένταση, προκειμένου να μειώσει τον κίνδυνο εμφάνισης, για το παρόν και το μέλλον, χαμηλής οστικής μάζας. Τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι πολλά παιδιά με DS δεν μπορούν να εκτελέσουν για αρκετή ώρα σωματική δραστηριότητα για να διατηρηθεί μια συνολική και καλή υγεία των οστών. Στην πραγματικότητα, μια πρόσφατη μελέτη αναφερθεί ότι πάνω από 78 λεπτό της μέτριας έως μεγάλης δραστηριότητας ανά ημέρα είναι απαραίτητη για την αύξηση της οστικής μάζας σε εφήβους χωρίς DS. Το εύρημα αυτό τονίζει την ανάγκη των εφήβων με DS να αυξήσουν το ποσό της ημερήσιας άσκησης, καθώς έχουν προδιάθεση για ασθένειες που σχετίζονται με την αδράνεια όπως η οστεοπόρωση, η νόσος αρτηρίας ή της παχυσαρκίας κατά την ενηλικίωση. Η τρέχουσα έρευνα παρέχει στοιχεία που αποδεικνύουν ότι οι έφηβοι με DS που εκτελούν περισσότερα λεπτά άσκησης κινδυνεύουν λιγότερο να έχουν χαμηλή οστική πυκνότητα στο ισχίο και να υποστούν οστεοπορωτικά κατάγματα στο μέλλον (Matute-Llorente et al 2013).

Μία άλλη έρευνα του Gonzalez-Aguero και των συνεργατών του που πραγματοποιήθηκε το 2011, με τίτλο «Ένα πρόγραμμα προωθητικής άσκησης 21 εβδομάδων εναπόθεσης οστού αυξάνει την οστική μάζα σε νέους ανθρώπους με DS», έδειξε επίσης ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Έχουν παρατηρηθεί χαμηλότερα επίπεδα περιεκτικότητας σε ανόργανα άλατα των οστών (BMC-bone mineral content) όχι μόνο σε ενήλικες αλλά σε παιδιά και εφήβους με σύνδρομο Down σε σύγκριση με τους ομολόγους τους χωρίς σύνδρομο. Η ύπαρξη υψηλής οστικής μάζας κατά την μικρή ηλικία είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την πρόληψη οστεοπόρωσης αργότερα (Gonzalez-Aguero et al 2011).

Αρχικά επιλέχθηκε ένα δείγμα 28 παιδιών και εφήβων με σύνδρομο Down (13 γυναίκες, 15 άνδρες), ηλικίας 10 έως 19 ετών από διάφορα σχολεία και ιδρύματα στην Αραγονία της Ισπανίας. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, σε μία ομάδα



ελέγχου χωρίς άσκηση (14 άτομα: πέντε γυναίκες, εννέα άνδρες) και σε μία ομάδα με άσκηση (14 άτομα: οκτώ γυναίκες, έξι άνδρες), οι οποίοι ακολούθησαν το εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Επτά συμμετέχοντες έκαναν λήψη φαρμακευτικής αγωγής (λεβοθυροξίνη νατρίου-επιφέρει αύξηση της ιστικής καταναλώσεως του O<sub>2</sub>, αύξηση του βασικού μεταβολισμού, και αύξηση του καρδιακού ρυθμού) κατά τη διάρκεια της μελέτης, τέσσερις από την ομάδα χωρίς άσκηση και τρεις από την ομάδα με άσκηση. Οι γονείς και τα παιδιά ενημερώθηκαν για τους στόχους και τις διαδικασίες, καθώς και για τους πιθανούς κινδύνους και τα οφέλη της μελέτης. Γραπτή συγκατάθεση λήφθηκε από όλους τους συμμετέχοντες και από τους γονείς ή τους κηδεμόνες τους (Gonzalez-Aguero et al 2011).

Όλοι οι συμμετέχοντες μετρήθηκαν με σταδιόμετρο χωρίς παπούτσια και ελάχιστα ρούχα. Ο δείκτης μάζας σώματος υπολογίστηκε ως βάρος (κιλά) διαιρούμενο με το τετράγωνο του ύψους (σε τετραγωνικά μέτρα). Η εφηβική ανάπτυξη προσδιορίστηκε με άμεση παρατήρηση από έναν ιατρό σύμφωνα με τα πέντε στάδια που προτείνει ο Tanner και ο Whitehouse. Η οστική και η αλιπής μάζα των συμμετεχόντων μετρήθηκε με διπλής ενέργειας ακτίνων X απορροφησιομετρία (Gonzalez-Aguero et al 2011).

Οι συμμετέχοντες από την ομάδα άσκησης εκτελούσαν το πρόγραμμα δύο φορές την εβδομάδα, και κάθε συνεδρία διεξήχθη με μέγιστο αριθμό 10 συμμετεχόντων. Ένας ερευνητής (ένας έμπειρος επαγγελματίας άσκησης) και ένα με τρεις βοηθούς παρακολουθούσαν τις συνεδρίες. Κάθε συνεδρία αποτελούνταν από συνδυασμένες ασκήσεις και πλειομετρική προπόνηση αλμάτων. Η πρώτη εβδομάδα χρησιμοποιήθηκε ως εξοικείωση για το πώς θα χρησιμοποιηθεί ο εξοπλισμός και τον τρόπο εκτέλεσης των ασκήσεων. Κάθε προπόνηση αποτελούνταν από 5 λεπτά προθέρμανση, 10 έως 15 λεπτά για το κύριο μέρος της συνεδρίας, και 5 λεπτά ανάπαυση. Στο τελικό στάδιο της εκπαίδευσης (τις τελευταίες 5 εβδομάδες), η συνεδρία μερικές φορές επεκτάθηκε για 5 λεπτά. Η εκπαίδευση αποτελούνταν από μία ή δύο περιστροφές σε ένα κύκλωμα τεσσάρων σταδίων. Οι ασκήσεις που εκτελούνταν σε κάθε στάδιο ήταν οι ακόλουθες: Στάδιο 1. Άλματα: από όρθια θέση κάθετο άλμα, άλμα με τρέξιμο, drop jump (ύψος μεταξύ 40 και 50 cm), drop jump με οριζόντιο άλμα (ύψος μεταξύ 40 και 50 cm). Από την τρίτη εβδομάδα και μετά, οι συμμετέχοντες κρατούσαν προσαρμοσμένες ιατρικές μπάλες κατά την εκτέλεση των αλμάτων. Στάδιο 2. Πιέσεις ενάντια στον τοίχο: Τοποθετούσαν τα χέρια σε έναν τοίχο και εκτελούσαν πιέσεις ενώ στέκονταν όρθιοι με τα πόδια ανοιχτά 30 έως 50 εκατοστά μακριά από τον τοίχο. Στάδιο 3. Ασκήσεις με λάστιχα (Α) πλευρικές σειρές: απαγωγή ώμου με λάστιχα, τα χέρια κρέμονται προς τα κάτω με τους αγκώνες ελαφρώς λυγισμένους, σηκώνουν το λάστιχο στο ύψος των ώμων κρατώντας τους αγκώνες ελαφρώς λυγισμένους, στη συνέχεια επιστροφή στην αρχική θέση. (Β) κάμψη δικεφάλου: στέκεται με τα πόδια ελαφρώς ανοικτά, τα γόνατα ελαφρώς λυγισμένα, και σε μια κλιμακωτή στάση. Τα χέρια κρέμονται προς τα κάτω στις πλευρές, με τους αγκώνες κοντά στα πλευρά και γίνεται κάμψη μέχρι περίπου το επίπεδο των ώμων. Αγκώνες διατηρούνται κοντά στα πλευρά καθ' όλη την κίνηση και μετά επιστροφή στην αρχική θέση. (Γ) μετωπικές σειρές: από όρθια θέση με τα γόνατα ελαφρώς λυγισμένα, πιάνοντας το λάστιχο το φέρνουν στο ύψος του θώρακα με τα χέρια τεντωμένα. Μετά το εκτελεί το ίδιο με το άλλο χέρι. Στάδιο 4. Προσαρμοσμένες ιατρικές μπάλες: ρίψη μπάλας σε απόσταση μεταξύ των συμμετεχόντων από 3 έως 4 μέτρα. Η ομάδα άσκησης χωρίστηκε σε τέσσερις ομάδες έντασης ανάλογα με το σωματικό βάρος του κάθε συμμετέχοντα, και δούλεψαν ατομικά σε κάθε ομάδα. Όταν οι συμμετέχοντες έδειξαν υπερβολική ευκολία στην εκτέλεση των ασκήσεων μεταφέρθηκαν στην επόμενη ένταση-ομάδα. Υπήρχαν τέσσερα χρώματα για τα λάστιχα γυμναστικής (κίτρινο, πράσινο, μπλε και μοβ) που αντιπροσώπευαν

την αύξηση της αντίστασης και τέσσερις μπάλες (1, 2, 3, και 4 κιλά). Κάθε ομάδα ακολούθησε το ίδιο πρόγραμμα ασκήσεων με διαφορετικό χρώμα λάστιχου και μπάλας. Μια ελάχιστη συμμετοχή του 70% ήταν υποχρεωτική για να συμπεριληφθεί στην ομάδα άσκησης. Εάν δεν είχε επιτευχθεί ελάχιστη βοήθεια, ο συμμετέχων θα είχε αποκλειστεί από τις στατιστικές αναλύσεις (Gonzalez-Aguero et al 2011).

Οι συμμετέχοντες στην ομάδα άσκησης έδειξαν χαμηλότερο δείκτη μάζας σώματος από την ομάδα χωρίς άσκηση κατά την έναρξη. Οι συμμετέχοντες και στις δύο ομάδες εμφάνισαν παρόμοια ηλικία, ύψος, βάρος, και διανομή σε στάδιο Tanner τόσο σε βασική γραμμή όσο και μετά τα στάδια παρέμβασης. Συνολικά, η ομάδα άσκησης έδειξε μεγαλύτερες προσαυξήσεις BMC, αλιπής μάζας, και BMC στο ισχίο (Gonzalez-Aguero et al 2011).

Το κύριο εύρημα της μελέτης αυτής είναι ότι ένα πρόγραμμα άσκησης 21 εβδομάδων μπορεί να συμβάλει στην αύξηση του BMC των νέων ανθρώπων με σύνδρομο Down. Στο σύνολο και στην περιοχή του ισχίου ο BMC στην ομάδα άσκησης ήταν δύο έως τρεις φορές υψηλότερος από ότι στην ομάδα ελέγχου μετά την περίοδο κατάρτισης. Ο ρυθμός βελτίωσης του συνολικού BMC και του ισχίου ήταν υψηλότερος στην παρούσα μελέτη παρόμοια βελτίωση λήφθηκε και στην οσφυϊκή περιοχή της σπονδυλικής στήλης. Η αλιπής μάζα σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την οστική μάζα και βρέθηκε αλληλεπίδραση της άσκησης με το χρόνο για την αλιπή μάζα σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Οι υψηλότερες αυξήσεις που παρατηρήθηκαν στο BMC μπορεί να οφείλονται περισσότερο στην έμμεση επίδραση της μυϊκής υπερτροφίας στα οστά από το άμεσο αποτέλεσμα της άσκησης στα οστά. Λόγω της οστεογόνου επίδραση της άσκησης ή της υψηλότερης αύξηση της αλιπής μάζας, τα αποτελέσματα της παρέμβασης ήταν ικανοποιητικά από την άποψη της απόκτησης της οστικής μάζας με την παρέμβαση που ήταν αρκετά μέτρια όσον αφορά το χρόνο που χρησιμοποιήθηκε. Στο μέλλον, η επίδραση των πιο έντονων προπονήσεων μπορεί να δείξει αν η τάση των νέων ανθρώπων με σύνδρομο Down να έχουν μειωμένη οστική μάζα θα μπορούσε να αντισταθμιστεί. Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα είναι η σκοπιμότητα του προγράμματος. Καθώς δεν υπήρξαν αποχωρήσεις, φαίνεται ότι το πρόγραμμα κατάρτισης ήταν ελκυστικό και τηρούνταν εύκολα, το οποίο είναι ένα θέμα μεγάλης σημασίας στο συγκεκριμένο πληθυσμό. Ένας περιορισμός σε αυτή τη μελέτη ήταν ότι δεν εκτελούσαν την προπόνηση δύναμης με βάση τα ποσοστά της μέγιστης επανάληψης. Η έκθεση στο φως του ήλιου και η διατροφή δεν ελέγχονταν σε αυτή τη μελέτη. Εν κατακλείδι, τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι η φυσική κατάσταση συμπεριλαμβανομένων των πλειομετρικών αλμάτων μπορεί να είναι μια καλή στρατηγική για την αύξηση της BMC σε νέους ανθρώπους με σύνδρομο Down (Gonzalez-Aguero et al 2011).

<u>ΕΡΕΥΝΑ 1<sup>η</sup></u>	<u>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</u>	<u>ΔΕΙΓΜΑ</u>	<u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>
	Matute-Llorente Á., González-Agüero A., Gómez-Cabello A., Vicente-Rodríguez G. and Casajús J. A. 2013	20 άτομα με DS και 20 χωρίς αναπηρία χωρίστηκαν σε δυο ομάδες.	Φορέθηκε επιταχυνσιόμετρο για επτά συνεχόμενες ημέρες κατά τη διάρκεια της σχολικής διάρκειας του χρόνου και ήταν τοποθετημένο στο δεξί ισχίο του κάθε εφήβου μέσω ελαστικής ζώνης. Το επιταχυνσιόμετρο έπρεπε να φοριέται για τουλάχιστον 10 ώρες την ημέρα.	Οι έφηβοι με DS ασχολούνται λιγότερο με την έντονη δραστηριότητα από αυτούς χωρίς DS. Το κύριο εύρημα της παρούσας μελέτης είναι ότι όσοι έφηβοι με DS επιδίδονται καθημερινά για περισσότερα λεπτά σε φυσική δραστηριότητα παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές του Z ΔΜΣ, κυρίως στο ισχίο.
<u>ΕΡΕΥΝΑ 2<sup>η</sup></u>	<u>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</u> Gonzalez-Aguero A., Vicente-Rodríguez G., Gomez-Cabello A., Ara I., Moreno L. A, Casajus J. A. 2011	<u>ΔΕΙΓΜΑ</u> 28 παιδιά και έφηβοι με σύνδρομο Down χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, σε μία ομάδα ελέγχου χωρίς άσκηση και σε μία ομάδα με άσκηση.	<u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</u> Εκτελούσαν πρόγραμμα που αποτελούνταν από συνδυασμένες ασκήσεις και πλειομετρική προπόνηση αλμάτων δύο φορές την εβδομάδα.	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u> Ένα πρόγραμμα άσκησης 21 εβδομάδων μπορεί να συμβάλει στην αύξηση του BMC των νέων ανθρώπων με σύνδρομο Down.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 Σύνδρομο Down. Η επίδραση της άσκησης στους μύες

Τα άτομα με DS είναι γνωστά για τη μυϊκή τους αδυναμία, το χαμηλό μυϊκό τόνο, και τον κακό κινητικό συντονισμό. Τα παιδιά και οι ενήλικες με DS συνήθως εμφανίζουν μια πιο αργή εκούσια ταχύτητα από ότι οι υγιείς συνομήλικες τους στη βάδιση. Η προεφηβεία θεωρείται γενικά μια βέλτιστη περίοδο για την εμφάνιση καλύτερης κινητικής ικανότητας για τα άτομα με DS. Ωστόσο, ακόμη και σε αυτή την ηλικία τα παιδιά με DS εμφανίζουν ένα λιγότερο προηγμένο πρότυπο βάδισης, όπως μικρότερο μήκος διασκελισμού, μεγαλύτερο πλάτος βήματος και λιγότερη πελματιαία κάμψη σε σύγκριση με τα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά. Παρά τα κινητικά ελλείμματα, τα παιδιά με DS είναι σε θέση να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις τις κίνησης και του περιβάλλοντος. Για παράδειγμα ο διάδρομος φαίνεται ως κάτι καινούργιο για παιδιά προεφηβικής ηλικίας με DS. Ωστόσο, με περιορισμένη πρακτική εξάσκηση, τα περισσότερα παιδιά με DS ηλικίας 7 έως 10 ετών είναι σε θέση να περπατούν σε διάδρομο σε διαφορετικές ταχύτητες, με και χωρίς εξωτερικές φορτίσεις στον αστράγαλο (Wu et al 2015).

Καθυστερημένες κινητικές λειτουργίες μπορεί να προκαλέσουν αναστολή στην απόκτηση ικανοτήτων σε τομείς της ανάπτυξης, όπως η ψυχική, η συναισθηματική και η κοινωνική. Τα παιδιά εξερευνούν τον κόσμο μέσα από την επαφή με αντικείμενα. Η ικανότητα να σταθούν στα πόδια κάνει τα χέρια τους ελεύθερα, πράγμα που τους επιτρέπει να κρατήσουν ένα αντικείμενο. Επίσης, επιτρέπει στα παιδιά να βλέπουν καλύτερα τα πράγματα, καθώς το κεφάλι είναι σε υψηλότερη θέση από ότι στα προηγούμενα στάδια της κινητικής ανάπτυξης. Ωστόσο, οι παθοφυσιολογικές διεργασίες στον εγκέφαλο, οι αλλαγές στο μέγεθος του εγκεφάλου και η ωρίμανση των διαταραχών του κεντρικού νευρικού συστήματος, που παρατηρείται σε παιδιά με DS ειδικά από τον έκτο μήνα της ζωής, προκαλούν δυσλειτουργίες στην κίνηση. Όταν η ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος έχει καθυστερήσει και το μυοσκελετικό σύστημα είναι διαταραγμένο λόγω του χαμηλού μυϊκού τόνου, της χαλαρότητας των τενόντων, και της αστάθειας των αρθρώσεων, τότε η κινητική ανάπτυξη μπορεί να καθυστερήσει. Η ικανότητα στήριξης στην όρθια θέση είναι δύσκολο για τα παιδιά με ένα επιπλέον 21ο χρωμόσωμα επειδή εμπλέκεται τόσο οι καμπτήρες όσο και οι εκτεινόντες του κορμού. Τα παιδιά με DS πολύ συχνά παρουσιάζουν μια πρωτογενή μυϊκή συνέργεια λόγω της μυϊκής υποτονία. Επιπλέον, για να διατηρήσουν την όρθια θέση πρέπει να κρατήσουν το σώμα τους ισορροπημένο, επειδή όμως έχουν παρεγκεφαλιδική αταξία, η ισορροπία τους μπορεί να είναι διαταραγμένη. Το περπάτημα μπορεί να είναι δύσκολο για τα παιδιά με DS επειδή απαιτεί καλή ισορροπία. Ένας άλλος λόγος για την καθυστέρηση στην ανάπτυξη βάδισης είναι η χαλαρότητα των αρθρώσεων και η μυϊκή υποτονία των ατόμων με DS. Η παρεγκεφαλίδα είναι σημαντική όχι μόνο για την ισορροπία, αλλά και για το συντονισμό και τη μετακίνηση. Επίσης είναι γνωστό ότι η παρεγκεφαλίδα συμμετέχει στην κινητική ανάπτυξη σε κάθε επίπεδο μάθησης της κινητικής ικανότητας (Wu et al 2015).

Τα παιδιά με Σύνδρομο Down έχουν μειωμένη δύναμη στους απαγωγούς του ισχίου και τους εκτείνοντες του γόνατος σε σύγκριση με τα παιδιά χωρίς σύνδρομο. Ο Cioni και οι συνεργάτες του (1994) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά και οι έφηβοι με την πάθηση έχουν μειωμένη δύναμη τετρακεφάλου σε σύγκριση με τα παιδιά χωρίς νοητική καθυστέρηση και με νοητική καθυστέρηση αλλά χωρίς σύνδρομο Down. Ανέφεραν επίσης ότι οι έφηβοι αυτοί δεν είχαν τη φυσιολογική αύξηση της μυϊκής δύναμης που τυπικά συμβαίνει στην ηλικία των 14 χρόνων. Η μυϊκή ισχύς ειδικά στο κάτω άκρο των ατόμων με νοητική υστέρηση, συμπεριλαμβανομένου του συνδρόμου Down, είναι θεμελιώδους σημασίας για τη γενική υγεία τους και την ικανότητά τους να εκτελούν καθημερινές δραστηριότητες. Έτσι, η διατήρηση της μυϊκής δύναμης σε ικανοποιητικό επίπεδο είναι απαραίτητη για τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Οι μελέτες που έχουν γίνει για να προσδιοριστεί η επίδραση της άσκησης δύναμης στο Σύνδρομο Down είναι λίγες και έχουν γίνει στον ενήλικο πληθυσμό (24-26 έτη).

Ωστόσο, σε πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη από τον Taylor και τους συνεργάτες του η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε βελτίωση στην αντοχή των άνω άκρων αλλά δεν υπήρξε διαφορά στους μύες των κάτω άκρων. Η προπόνηση δύναμης έχει δείξει θετικά αποτελέσματα σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση, χωρίς τις οποιεσδήποτε τεκμηριωμένες αρνητικές επιδράσεις (Gupta et al 2011).

Εκτός από διανοητική αναπηρία, συγγενή καρδιοπάθεια, και μια τάση για ανάπτυξη της νόσου του Alzheimer, σχεδόν όλα αυτά τα άτομα παρουσιάζουν υποτονία, μυϊκή αδυναμία και χαμηλή αερόβια ικανότητα. Ενώ η αιτία της μυϊκής αδυναμίας σε άτομα με DS είναι άγνωστη, σχετίζεται με προβλήματα στην αερόβια ικανότητα και στη φυσική λειτουργία. Αυτά τα ευρήματα συσχετίζονται επειδή η μυϊκή αδυναμία και η χαμηλή αερόβια ικανότητα περιορίζουν τη λειτουργική ικανότητα με αποτέλεσμα την απώλεια της ανεξαρτησίας και τη μειωμένη ποιότητα ζωής. Η μυϊκή δύναμη και η αερόβια ικανότητα σχετίζονται επίσης με την επαγγελματική απόδοση σε ενήλικες με διανοητική αναπηρία επειδή τα άτομα με DS είναι πιο πιθανό να εκτελέσουν εργασίες υψηλής έντασης (π.χ. πλήρωση κουτιών, μεταφορά, ορθοστασία). Τα άτομα με DS μπορούν να αυξήσουν τη μυϊκή τους δύναμη προβαίνοντας σε τακτική άσκηση αντίστασης, ωστόσο δεν είναι γνωστό αν η αύξηση της αερόβιας ικανότητας και της σωματικής λειτουργίας συμβαίνει σε συνδυασμό με την αύξηση της δύναμης (Cowley et al 2011).

## 4.2 ΕΡΕΥΝΕΣ

Ο Cowley και οι συνεργάτες του πραγματοποίησαν μια έρευνα (2011) με τίτλο «Η επίδραση της προοδευτικής άσκησης αντίστασης στη δύναμη των ποδιών, στην αερόβια ικανότητα και στις λειτουργικές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής των ανθρώπων με Σύνδρομο Down». Άτομα με DS είχαν προσληφθεί από τρεις περιοχές των ΗΠΑ. Οι συμμετέχοντες από τις δύο τοποθεσίες αποτελούσαν την ομάδα παρέμβασης ενώ οι συμμετέχοντες από την τρίτη θέση αποτελούσε την ομάδα ελέγχου. Η επιλογή των περιοχών επιλέχθηκε με βάση την ικανότητα να παρέχει μια εποπτευόμενη παρέμβαση. Η ομάδα παρέμβασης πραγματοποίησε πρόγραμμα 10 εβδομάδων προοδευτικής αντίστασης, ενώ η ομάδα ελέγχου εκτελούσε τις κανονικές καθημερινές δραστηριότητες. Πριν και μετά το πρόγραμμα των 10 εβδομάδων οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν στην ισομετρική και ισοκινητική δύναμη των εκτεινόντων και των καμπτήρων του γόνατος, στη μέγιστη αερόβια ικανότητα και στην απόδοση σε τρεις λειτουργικές εργασίες της καθημερινής ζωής με μια τυχαία σειρά. Κάθε συμμετέχων υποβλήθηκε σε μία με δύο συνεδρία (-ες) εξοικείωσης πριν από τα δεδομένα συλλογής, όπου εξηγήθηκαν και εκτελέστηκαν οι δοκιμές για να εξασφαλιστεί ότι έγιναν κατανοητές και ότι οι συμμετέχοντες θα μπορούσαν να τις εκτελέσουν όπως αναμενόταν.

Συμμετείχαν τριάντα άτομα με DS και ήπια διανοητική αναπηρία, η διάγνωση έγινε από έναν ιατρό και επιβεβαιώθηκε από το γονέα/κηδεμόνα. Συμμετείχαν 19 άτομα (9 άνδρες και 10 γυναίκες) στην ομάδα παρέμβασης και 11 άτομα (8 άνδρες και 3 γυναίκες) στην ομάδα ελέγχου. Τα κριτήρια αποκλεισμού για αυτή τη μελέτη ήταν: (1) οποιαδήποτε αντένδειξη για άσκηση, (2) σοβαρή ή βαριά διανοητική αναπηρία, (3) αποδεδειγμένη αθηρωματική καρδιοπάθεια, (4) αποδεδειγμένη ατλαντοαξονική αστάθεια, (5) μη διορθώσιμη συγγενή καρδιοπάθεια, (6) εμφυτευμένη προσθετική συσκευή, (7) εμφυτευμένος βηματοδότης, (8) μυοσκελετικές διαταραχές που αποτρέπουν τους συμμετέχοντες από την επιτυχή ολοκλήρωση οποιασδήποτε από τις δοκιμές και (9) ηλικία κάτω των 16 ετών. Οι γονείς ή οι κηδεμόνες έδωσαν γραπτή συγκατάθεση πριν από τη συμμετοχή.

Το πρόγραμμα αντίστασης περιλάμβανε τρία σετ των 8-10 επαναλήψεων της έκτασης και κάμψης του ποδιού, πιέσεις ποδιού, πιέσεις ώμου, πιέσεις στήθους, μειομετρική δικεφάλου και τρικεφάλου που πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση μηχανημάτων άσκησης 2 φορές την εβδομάδα για 10 εβδομάδες. Αυτό το πρόγραμμα είναι σύμφωνο με τις συστάσεις που ορίζονται από το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής (ACSM) για εκείνους με ελάχιστη ή καμία εμπειρία στην άσκηση με αντίσταση. Κατά τη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας της εκπαίδευσης, οι συμμετέχοντες εξοικειώθηκαν με το πρωτόκολλο της άσκησης και διδάχθηκαν για το πώς να χρησιμοποιούν τα όργανα γυμναστικής. Κάθε μέγιστο 10 επαναλήψεων του συμμετέχοντα καθορίστηκε για κάθε άσκηση. Το βάρος που σηκώνονταν από κάθε άτομα καταγράφηκε κατά την περίοδο άσκησης και σταδιακά αυξάνονταν για να επιβαρύνει το μυ σταδιακά. Κάθε συμμετέχων εργάστηκε με έναν Διμερή ισομετρικό και ισοκινητικό εκτείνοντα του γόνατος και η μέγιστη ροπή κάμψης προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας ένα δυναμόμετρο Biodex System 3. Η μέγιστη ισομετρική ροπή ελήφθη με την εκτέλεση τριών σετ μέγιστων συστολών με τους εκτείνοντες και καμπτήρες του γόνατος σε γωνία 45°, 60° και 75° με 3 λεπτά διάλλειμα μεταξύ των σετ. Η μέγιστη ισοκινητική ροπή ελήφθη έχοντας το άτομα εκτελέσει τρεις σειρές των πέντε μέγιστων συσπάσεων με τους εκτείνοντες και τους καμπτήρες του γόνατος στις 60° με 3 λεπτά διάλλειμα μεταξύ των σετ. Ισομετρικοί έλεγχοι συνέβησαν πριν από τις ισοκινητικές δοκιμές και υπήρχε τουλάχιστον 5 λεπτά μεταξύ των δύο ελέγχων.

Για κάθε συμμετέχων είχε οριστεί χρονικός περιορισμός για την ικανότητά τους να εκτελέσουν λειτουργικά καθήκοντα της καθημερινής ζωής όσο πιο γρήγορα και άνετα είναι δυνατό, η οποία περιελάμβανε το χρόνο να ανέλθει από μια καρέκλα με διαφορετικά ύψη, να ανέβει και να κατέβει 10 σκαλοπάτια. Όλες οι ασκήσεις καταγράφηκαν χρησιμοποιώντας μια ψηφιακή συσκευή εγγραφής βίντεο. Οι συμμετέχοντες εκτελούσαν τρεις δοκιμές με διάστημα 30 δευτερολέπτων μεταξύ των δοκιμών για να ξεκουραστούν. Η δοκιμασία με την καρέκλα γίνονταν αυξάνοντας σταδιακά το ύψος του καθίσματος 30, 38, ή 43 εκατοστά, και να έρθει το συντομότερο δυνατόν σε μια όρθια θέση με τον κορμό και τα πόδια ίσια. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να καθίσουν στην καρέκλα και να κρατήσουν τα χέρια τους στο στήθος. Ο χρόνος ξεκίνησε όταν η πλάτη τους μετακινήθηκε από την καρέκλα και τελείωσε όταν στέκονταν ο κορμός και τα πόδια ίσια. Τους ζητήθηκε επίσης να σηκωθούν πέντε φορές από την καρέκλα με το ύψος του καθίσματος στα 43 εκατοστά όσο πιο γρήγορα και άνετα ήταν δυνατό χωρίς στάση. Οι συμμετέχοντες άρχισαν με το υψηλότερο ύψος και τελείωσαν με το χαμηλότερο, και στη συνέχεια, εκτελούσαν πέντε εγέρσεις από το υψηλότερο ύψος. Για τη σκάλα οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να ανέβουν 10 σκαλοπάτια όσο το δυνατόν γρηγορότερα χωρίς να χρησιμοποιήσετε το κιγκλίδωμα για υποστήριξη. Τους ζητήθηκε να ανέβουν ένα σκαλί τη φορά, και ένα πόδι μετά το άλλο. Ο χρόνος ξεκίνησε όταν το πόδι ήταν σε επαφή με το πρώτο σκαλί και τελείωσε όταν το πόδι τους ήρθε σε επαφή με το δέκατο σκαλί. Μόλις οι συμμετέχοντες ήταν έτοιμοι κλήθηκαν να κατέβουν τα 10 σκαλοπάτια το ταχύτερο δυνατόν. Κάθε σκαλί ήταν 19 εκατοστά και η ταχύτητα βάρδισης προσδιορίστηκε βάζοντας τον συμμετέχων να περπατήσει 7,62 μέτρα όσο το δυνατόν γρηγορότερα, χωρίς να τρέχει. Η ταχύτητα βάρδισης υπολογίστηκε διαιρώντας την απόσταση που διανύθηκε με το χρόνο, και εκφράζεται ως μέτρα ανά δευτερόλεπτο.

Για τη μέγιστη αερόβια ικανότητα κάθε συμμετέχων εκτελούσε έλεγχο της μέγιστης αερόβιας χωρητικότητας σε διάδρομο χρησιμοποιώντας ένα εξατομικευμένο πρωτόκολλο. Η ταχύτητα του διαδρόμου αρχικά ρυθμίστηκε σε μια γρήγορη βάρδιση για κάθε συμμετέχοντα και κάθε 2 λεπτά ο βαθμός αυξήθηκε κατά 2,5% μέχρι να φτάσει στο μέγιστο βαθμό του 12,5%. Σε αυτό το σημείο η ταχύτητα του διαδρόμου αυξάνονταν κάθε λεπτό 1,61 χλμ/ώρα μέχρι οι συμμετέχοντες να μην μπορούσαν πλέον να συμβαδίσουν με την ταχύτητα του διαδρόμου ή να δείξουν σημάδια θεληματικής εξάντλησης. Η κατανάλωση οξυγόνου μετρήθηκε μέσω ενός τυποποιημένου συστήματος αναπνοής σε απευθείας σύνδεση και ο καρδιακός ρυθμός μετρήθηκε ταυτόχρονα χρησιμοποιώντας ένα όργανο ελέγχου του καρδιακού ρυθμού καθ' όλη τη διάρκεια του τεστ. Μια έγκυρη μέγιστη προσπάθεια πραγματοποιούνταν αν γίνονταν τα δυο από τα ακόλουθα κριτήρια: (1) δεν υπήρχε λιγότερη από μια αύξηση 150 ml / min στην κατανάλωση οξυγόνου ή λιγότερο από 2 παλμό / λεπτό αύξηση του καρδιακού ρυθμού με την αύξηση του ρυθμού εργασίας, (2), όταν ο συμμετέχων ήταν κουρασμένος και δεν μπορούσε να περπατήσει με ασφάλεια στο διάδρομο και (3) όταν η αναπνευστική σχέση ανταλλαγής είναι μεγαλύτερη από 1.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε μεγαλύτερη αύξηση της δύναμης στους εκτεινόμενους και καμπήρες του γόνατος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε μεγαλύτερη αύξηση στη μέγιστη ροπή των εκτεινόμενων του γόνατος, αλλά όχι στους καμπήρες του γόνατος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Για το χρόνο ανόδου από καρέκλα δεν υπήρξε καμία επίδραση για την απόλυτη μεταβολή στο χρόνο. Υπήρξε μια επίδραση στην απόλυτη μεταβολή στο χρόνο για να ανέβει και να κατεβαίνουν 10 σκαλοπάτια. Η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε μια μείωση

στην απόλυτη μεταβολή στην ανάβαση και κατάβαση σκάλας. Άτομα με DS περιορίζονται λειτουργικά από τη μυϊκή αδυναμία. Ως εκ τούτου, πραγματοποιήσαμε μια ελεγχόμενη δοκιμή για να εξετάσει την αποτελεσματικότητα των προοδευτικών κατάρτιση αντίστασης στη δύναμη των ποδιών, αερόβια χωρητικότητα και απόδοση σε λειτουργικά καθήκοντα των καθημερινής ζωής σε άτομα με DS. Τα ευρήματα της μελέτης δείχνουν ότι το πρόγραμμα αντίστασης οδήγησε σε λειτουργικές βελτιώσεις στο ανεβοκατέβασμα σκαλοπατιών και στην αύξηση της αντοχής των κάτω άκρων καθώς αυξήθηκε σημαντικά η ισοκινητική δύναμη των εκτεινόντων του γόνατος και η δύναμη των καμπτήρων στα άτομα με DS. Η αύξηση της ισοκινητικής δύναμης των εκτεινόντων και των καμπτήρων του γόνατος ήταν 19% πριν και 27% μετά το πρόγραμμα. Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι η άσκηση αντίστασης είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για να αυξηθεί η δύναμη του ποδιού στα άτομα με DS. Υπήρξε επίσης μια σημαντική αύξηση στην ισομετρική δύναμη των εκτεινόντων του γόνατος σε γωνίες 45°, 60° και 75° για την ομάδα παρέμβασης. Ήταν έκπληξη το γεγονός ότι η ισομετρική δύναμη των καμπτήρων του γόνατος δεν άλλαξε με την άσκηση. Η άσκηση αντίστασης βελτιώνει την ικανότητα ανάβασης σκαλοπατιού. Η δύναμη στα πόδια είναι προάγγελος της απόδοσης στις λειτουργικές εργασίες της καθημερινής ζωής σε άτομα με DS. Ο χρόνος για να ανέβουν 10 σκαλοπάτια μειώθηκε κατά 6% και ο χρόνος για να κατεβαίνουν μειώθηκε κατά 10%.

Σε μια άλλη έρευνα, με τίτλο «Η επίδραση της προπόνησης δύναμης και ισορροπίας σε παιδιά με σύνδρομο Down: μια τυχαίοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη», ο Gupta και οι συνεργάτες του που πραγματοποίησαν το 2011 απέδειξαν ότι ένα ειδικό πρόγραμμα άσκησης μπορεί να βελτιώσει τη δύναμη και την ισορροπία σε παιδιά με DS. Αρχικά 28 παιδιά με ιατρική διάγνωση με σύνδρομο Down προσλήφθηκαν από δύο σχολεία. Τα κριτήρια επιλογής ήταν: ηλικία από 7 έως 15 ετών, η ικανότητα να κατανοούν απλές οδηγίες και η ικανότητα να σταθούν και να περπατήσουν ανεξάρτητα. Τα κριτήρια αποκλεισμού ήταν: οι συναφείς καρδιαγγειακές παθήσεις και η απώλεια της λειτουργικής όρασης και ακοής. Από τα 28 παιδιά, τα 23 πληρούσαν τα κριτήρια της μελέτης. Η μελέτη εγκρίθηκε από την επιτροπή δεοντολογίας και λήφθηκε συγκατάθεση από όλους τους γονείς/κηδεμόνες. Τα ανθρωπομετρικά στοιχεία (ύψος και βάρος) καταγράφηκαν. Το ύψος μετρήθηκε χωρίς τη χρήση υποδημάτων χρησιμοποιώντας ένα μεταλλικό μέτρο. Το επίπεδο IQ προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας το Binet Kamat test18 που χορηγήθηκε από έναν κλινικό ψυχολόγο. Χρησιμοποιήθηκε ένα φορητό δυναμόμετρο (HHO) για να μετρηθεί η δύναμη των καμπτήρων, των απαγωγών και των εκτεινόντων του ισχίου, των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος και των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής.

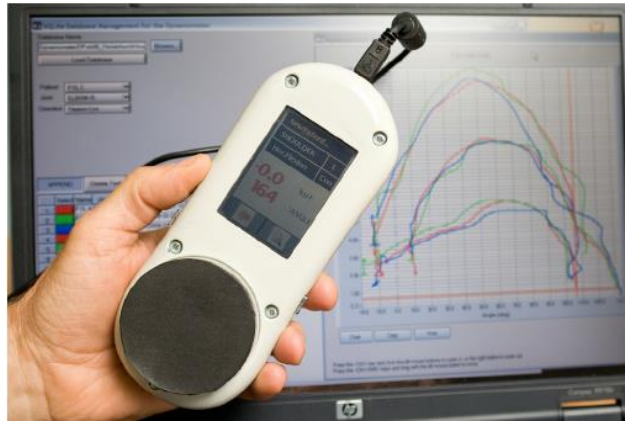
Τρεις έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν για κάθε μυϊκή ομάδα και για τα δύο κάτω άκρα. Η καλύτερη απόδοση του δεξιού κάτω άκρου χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση των δεδομένων. Τα παιδιά είχαν ελάχιστη περίοδο ξεκούρασης 30 δευτερολέπτων μεταξύ των ελέγχων. Η ισορροπία μετρήθηκε χρησιμοποιώντας την υποκλίμακα ισορροπίας της BOTMP, ένα τυποποιημένο τεστ το οποίο χορηγείται σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες που παρέχονται από το εγχειρίδιο. Μετά τη συλλογή των μετρήσεων, τα παιδιά χωρίστηκαν τυχαία σε μία παρεμβατική και σε μία ομάδα ελέγχου χρησιμοποιώντας στρωματοποιημένη τυχαία δειγματοληψία. Η διαστρωμάτωση έγινε με βάση το μέσο όρο της μικρότερης αντοχής έκτασης των άκρων (Μέσος όρος δύναμης των εκτεινόντων του ισχίου, εκτεινόντων γόνατος και καμπτήρων ποδοκνημικής). Αυτό έγινε για να εξασφαλιστεί ομοιογένεια και στις δύο ομάδες. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα παρέμβασης ακολούθουσαν ένα ειδικό πρόγραμμα άσκησης το οποίο περιελάμβανε ασκήσεις προοδευτικής αντίστασης για το κάτω άκρο και



ασκήσεις για την ισορροπία για μια περίοδο έξι εβδομάδων, τρεις φορές την εβδομάδα. Η προπόνηση δύναμης ξεκίνησε στο 50% του 1RM. Ασκήσεις αντίστασης πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας σακιά με άμμο. Για κάθε μυϊκή ομάδα εκτελέστηκαν δύο σετ των 10 επαναλήψεων, η αντίσταση αυξήθηκε κατά μισό κιλό (1.1 lbs), όταν το παιδί ήταν σε θέση να ολοκληρώσει τα σετ με ευκολία και χωρίς πίεση. Οι ακόλουθες δραστηριότητες επιλέχθηκαν για τις ασκήσεις ισορροπίας: οριζόντια άλματα, κατακόρυφα άλματα, μονοποδική στήριξη με τα μάτια ανοιχτά, παράλληλη στάση, περπάτημα σε γραμμή, περπάτημα σε δοκό ισορροπίας και άλμα σε τραμπολίνο. Κάθε δραστηριότητα δόθηκε αρχικά για 10 επαναλήψεις και αυξήθηκε κατά πέντε επαναλήψεις όταν το παιδί ήταν σε θέση να το κάνει με ευκολία. Κάθε άσκηση είχε υποδειχθεί πριν από την εκτέλεση της και οι οδηγίες επαναλαμβάνονταν έως ότου το παιδί ήξερε τι να κάνει. Τα παιδιά υποστηρίζονταν κατά τη διάρκεια ολόκληρου του προγράμματος για να εξασφαλίσουν τη μέγιστη προσπάθεια κατά τη διάρκεια κάθε προπόνησης. Η ομάδα ελέγχου δεν έλαβε καμία ειδική παρέμβαση, αλλά συνέχισαν τις δραστηριότητές τους που ακολουθούσαν στο σχολείο όπως το διάβασμα στην τάξη και το παιχνίδι. Μετά τις έξι εβδομάδες παρέμβασης η δύναμη και η ισορροπία μετρήθηκαν. Η δύναμη μετρήθηκε χρησιμοποιώντας το φορητό δυναμόμετρο και η ισορροπία με την κλίμακα BOTMP. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του λογισμικού SPSS. Το Mann-Whitney U τεστ χρησιμοποιήθηκε για να αναλύσει τις μεταβλητές μεταξύ των ομάδων.

28 παιδιά επιλέχθηκαν για τη μελέτη, εκ των οποίων τα 23 πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης και συμπεριλήφθηκαν. Δώδεκα παιδιά χωρίστηκαν τυχαία στην παρεμβατική ομάδα και 11 στην ομάδα ελέγχου. Όλοι οι συμμετέχοντες στην ομάδα παρέμβασης ολοκλήρωσαν το πρωτόκολλο άσκησης με επιτυχία. Η ανάλυση μεταξύ των ομάδων αποκάλυψε ότι μετά την παρέμβαση, οι δυο ομάδες είχαν στατιστικές διαφορές ( $P < 0.05$ ) όσον αφορά τη δύναμη σε όλες τις μυϊκές ομάδες. Ομοίως και η ισορροπία, για τα αποτελέσματα της BOTMP, η συνολική βαθμολογία αυξήθηκε από 10,50 (8,00 - 15,50) στο 19,50 (16,25 - 24,00). Όταν αναλύθηκαν τα αποτελέσματα ήταν διαφορετικά, εκτός από τρεις συνιστώσες: το περπάτημα σε μια γραμμή, η ίσια στάση σε δοκό ισορροπίας με τα μάτια κλειστά και το περπάτημα με τη χρήση ράβδου πάνω σε δοκό ισορροπίας.

Το κύριο εύρημα της μελέτης αυτής είναι ότι μετά από έξι εβδομάδες ενός προγράμματος άσκησης τα παιδιά με σύνδρομο Down ήταν σε θέση να βελτιώσουν τη δύναμη των μυών των κάτω άκρων και της συνολικής ισορροπίας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Μετά την παρέμβαση, η δύναμη σε όλες τις μυϊκές ομάδες είχε βελτιωθεί. Αυτό υποδεικνύει ότι ένα πρωτόκολλο έξι εβδομάδων ήταν επαρκές για να παραχθεί μια στατιστικά σημαντική διαφορά. Ωστόσο, κλινικώς η βελτίωση της δύναμης ήταν 1,74 (0,53 - 3,61) λίβρες. Αυτή η χαμηλή διαφορά μπορεί να οφείλεται σε διάφορους λόγους. Πρώτον, ότι η προπόνηση δύναμης ξεκίνησε στο 50% του 1RM και αυξανόταν σταδιακά. Έχει



Εικόνα 7: φορητό δυναμόμετρο  
([https://www.researchgate.net/figure/255966304\\_fig1\\_Fig-1-IRL-Hand-held-dynamometer-This-article-describes-the-validity-and-reliability](https://www.researchgate.net/figure/255966304_fig1_Fig-1-IRL-Hand-held-dynamometer-This-article-describes-the-validity-and-reliability))

τεκμηριωθεί ότι η αντίσταση θα πρέπει να ξεκινήσει στο 70-80% του 1RM για να ληφθούν τα αποτελέσματα, ωστόσο, ξεκίνησαν με μια χαμηλότερη αντίσταση, επειδή τα παιδιά με σύνδρομο Down έχουν μυϊκή υποτονία και συνδεσμική χαλαρότητα, ως εκ τούτου, τα υψηλά φορτία μπορεί να αυξήσουν τον κίνδυνο μυοσκελετικών τραυματισμών. Δεύτερον, το πρόγραμμα εκπαίδευσης ήταν μόνο για έξι εβδομάδες. Δεδομένου ότι το πρόγραμμα ήταν μικρό, οι αλλαγές στην μυϊκή δύναμη μπορεί να αποδοθούν στις αυξημένες νευρωνικές προσλήψεις παρά στις αλλαγές στην αύξηση του μεγέθους των μυϊκών ινών που απαιτεί τουλάχιστον προπόνηση 12 εβδομάδων. Τα παιδιά επωφελήθηκαν επίσης από την προπόνηση ισορροπίας και οι βαθμολογίες της υποκλίμακας ισορροπίας της BOTMP βελτιώθηκαν από 10,50 έως 19,50 στην παρεμβατική ομάδα η οποία ήταν στατιστικά σημαντικές. Ωστόσο, ορισμένα παιδιά δεν έδειξαν καμία διαφορά σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου μετά την παρέμβαση. Οριακή επίδραση παρατηρήθηκε στη βάδιση σε μια ευθεία γραμμή. Σε αυτό το τεστ το παιδί έπρεπε να περπατήσει προς τα εμπρός έξι βήματα σε μια γραμμή για να επιτευχθεί η μέγιστη βαθμολογία του 3. Η μέση βαθμολογία κατά την έναρξη ήταν 3 και ως εκ τούτου δεν υπήρχε διαφορά μετά την παρέμβαση ( $P=0.49$ ). Το άλλο στοιχείο που δεν έδειξε κάποια βελτίωση ήταν η στάση σε δοκό ισορροπίας με τα μάτια κλειστά. Αυτό ήταν το μοναδικό τεστ στην κλίμακα που ελέγχεται η ισορροπία με τα μάτια κλειστά. Η υποστηριζόμενη βάδιση με ένα ραβδί πάνω σε μια δοκό ισορροπίας βαθμολογούνταν με 0 όταν το παιδί αδυνατούσε να εκτελέσει τη δραστηριότητα και με σκορ 1, αν ήταν σε θέση να την εκτελέσει. Παρά το γεγονός ότι για τα παιδιά της μελέτης ήταν δύσκολο να την εκτελέσουν η βαθμολογία βελτιώθηκε από 0,00 (0,00 - 1,00) σε 1,00 (0,00 - 1,00) στην ομάδα παρέμβασης. Ωστόσο, δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Συνολικά, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων σε αυτή τη μελέτη είχε ένα μέτριο επίπεδο IQ, αλλά ήταν όλοι σε θέση να λάβουν μέρος στο πρόγραμμα. Τέλος να τονιστεί ότι δόθηκε επαρκής ενημέρωση για κάθε άσκηση για να βεβαιωθεί ότι η τα παιδιά ήταν σε θέση να κατανοήσουν και να εκτελέσουν τις ασκήσεις με τον σωστό τρόπο και χωρίς πτώσεις.

Σε μια έρευνα που πραγματοποίησε η Shields και οι συνεργάτες της το 2008, με τίτλο «Επιδράσεις ενός προγράμματος κοινωνικής προπόνησης προοδευτικής αντίστασης πάνω στη μυϊκή απόδοση και στη φυσική λειτουργικότητα σε ενήλικες με σύνδρομο Down: Μια τυχαίοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη», έδειξαν ότι ένα προοδευτικό πρόγραμμα αντίστασης για ενήλικες με το DS μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη μυϊκή δύναμη και αντοχή, και, στη βελτιώνει τη φυσική λειτουργία σε αυτόν τον πληθυσμό. Οι ενήλικες με DS εμφανίζουν

μεγαλύτερη βελτίωση στη μυϊκή δύναμη, την αντοχή των μυών, και τη βελτίωση της φυσικής λειτουργίας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Οι συμμετέχοντες ομαδοποιήθηκαν σε μια ομάδα παρέμβασης, που εκτελούσαν σε 10 εβδομάδες ένα πρόγραμμα προοδευτικής αντίστασης και σε μία ομάδα ελέγχου η οποία συνέχισε τις συνήθειες δραστηριότητές της. Και οι δύο ομάδες αξιολογήθηκαν κατά την έναρξη και μετά την παρεμβατική φάση της μελέτης. Όλοι οι συμμετέχοντες και οι φροντιστές τους έδωσαν γραπτή συγκατάθεση για να λάβουν μέρος στη μελέτη. Προσλήφθηκαν ενήλικες με DS μέσα από δύο γραφεία αναπηρίας που παρέχουν υποστηριζόμενη απασχόληση και προγράμματα ημερήσιας δραστηριότητας για ενήλικες με διανοητική αναπηρία. Οι συμμετέχοντες συμπεριλαμβανόταν αν ήταν στην ηλικία των 18 ετών ή περισσότερο, αν είχαν τη δυνατότητα να ακολουθήσουν απλές προφορικές οδηγίες στα αγγλικά, και αν μπορούσαν να συμμετάσχουν σε ένα προοδευτικό πρόγραμμα αντίστασης. Το τελευταίο κριτήριο προσδιορίστηκε ζητώντας από τον φροντιστή του καθενός συμμετέχων να ολοκληρώσει ένα ερωτηματολόγιο 7-σημείων ετοιμότητας σωματικής άσκησης. Το επίπεδο της διανοητικής αναπηρίας του καθενός από τους συμμετέχοντες (που περιγράφεται ως ήπιο, μέτριο, ή σοβαρό όπως γίνεται αντιληπτό από το γονέα ή φροντιστή τους) ήταν επίσης τεκμηριωμένο.

Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία και την ομάδα παρέμβασης αποτελούσαν 9 άτομα ενώ την ομάδα ελέγχου 11. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα παρέμβασης ολοκλήρωσαν ένα προοδευτικό πρόγραμμα αντίστασης 10 εβδομάδων. Το πρόγραμμα εκτελούνταν δύο φορές την εβδομάδα σε ένα γυμναστήριο σύμφωνα με τις αρχές της προοδευτικής αντίστασης, όπως συνιστάται από το ACSM (American College of Sports Medicine). Το πρόγραμμα αποτελούνταν από 6 ασκήσεις με τη χρήση μηχανημάτων βάρους: 3 για τα άνω άκρα (πρέσα ώμων, πρέσα στήθους επικλινής, μηχανήμα καθιστής κωπηλατικής) και 3 για τα κάτω άκρα (επικλινής πρέσα ποδιών, έκταση γόνατος, επικλινής πελματιαίες κάμψεις ποδοκνημικής). Αυτές οι ασκήσεις αποτέλεσαν τη βάση του προγράμματος. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν 2 με 3 σετ των 10 με 12 επαναλήψεων σε κάθε άσκηση μέχρι να υπάρξει κόπωση. Υπήρξε μια περίοδος ανάπαυσης 2 λεπτών. Η αντίσταση αυξήθηκε όταν τα 2 σετ των 12 επαναλήψεων μιας άσκησης θα μπορούσαν να εκτελεστούν. Για κάθε συμμετέχων υπήρχε ένα ημερολόγιο που λεπτομερώς σημειωνόταν κάθε άσκηση, το βάρος που σήκωσε, ο αριθμός των επαναλήψεων, και ο αριθμός των σετ για κάθε συνεδρία. Οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν το πρόγραμμα ως ομάδα, εποπτευόμενοι από 2 διαπιστευμένους εκπαιδευτές φυσικής κατάστασης. Κάθε εκπαιδευτής επέβλεπε την κατάρτιση μιας υποομάδας των 2 έως 3 συμμετεχόντων. Η άσκηση σε μια μικρή υποομάδα επιτρέπει μια στενή εποπτεία. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου συνέχισαν με τις καθημερινές τους δραστηριότητες, οι οποίες περιελάμβαναν την ψυχαγωγία και τις αθλητικές δραστηριότητες. Για ηθικούς λόγους, μετά την αξιολόγηση των 10 εβδομάδων, οι συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου κλήθηκαν να ολοκληρώσουν το πρόγραμμα ενδυνάμωσης, αλλά δεν υπήρξαν περαιτέρω μετρήσεις.

Οι μετρήσεις ελήφθησαν από αξιολογητές που δεν είχαν καμία ανάμειξη στην πρόσληψη, στην τυχαιοποίηση, ή στην εκπαίδευση των συμμετεχόντων. Υπήρξαν 2 αξιολογητές: ένας αξιολογητής ολοκλήρωσε τις δοκιμές απόδοσης των μυών και ο δεύτερος ολοκλήρωσε τις δοκιμές της φυσικής λειτουργίας. Η μυϊκή απόδοση εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας δοκιμές για μέγιστη δύναμη (1-RM) και μυϊκή αντοχή. Η μέγιστη μυϊκή δύναμη εξετάστηκε από τον καθορισμό του ποσού του βάρους που κάθε συμμετέχων θα

μπορούσε να άρει σε μια επικλινή πρέσα στήθους και σε μία επικλινή πρέσα ποδιών (1-RM). Η μυϊκή αντοχή μετρήθηκε με καταμέτρηση του αριθμού των επαναλήψεων που θα μπορούσε να ολοκληρώσει όταν το βάρος μειώθηκε στο 50% του 1-RM. Η φυσική λειτουργία μετρήθηκε χρησιμοποιώντας δύο μετρήσεις αποτελεσμάτων, της χρονομετρημένης δοκιμής κλίμακας και το grocery shelving task(μεταφορά-τοποθέτηση αντικειμένων πάνω από το ύψος του ώμου). Για τη χρονομετρημένη πάνω και κάτω δοκιμασία κλίμακας, οι συμμετέχοντες βρίσκονταν στο κάτω μέρος της σκάλας και τους ζητήθηκε να ανέβουν και να κατέβουν με τον ταχύτερο και ασφαλέστερο δυνατό τρόπο. Υπήρχαν διαθέσιμα στις σκάλες δύο κιγκλιδώματα και οι συμμετέχοντες μπορούσαν να τα χρησιμοποιήσουν. Η δοκιμή επαναλήφθηκε δύο φορές με τον ταχύτερο χρόνο να χρησιμοποιείται στην ανάλυση. Για την άλλη δοκιμή, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να σηκωθούν από την καρέκλα και να μεταφέρουν 2 σακούλες για 2 μέτρα. Κάθε τσάντα περιείχε 10 αντικείμενα όπου το καθένα ζύγιζε 410γραμμάρια (συνολικό βάρος κάθε τσάντας 4.1κιλά). οι συμμετέχοντες. Στη συνέχεια πήραν τα αντικείμενα από την τσάντα και τα στοίβασαν επάνω σε ένα ράφι στο ύψος των ώμων. Όλοι οι συμμετέχοντες έκαναν μία πρακτική δοκιμή και ο μέσος όρος χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση. Στην αρχή και στο τέλος κάθε άσκησης ο εκπαιδευτής ρωτούσα κάθε συμμετέχοντα εάν είχε υποστεί κάποιον τραυματισμό ή οποιαδήποτε άλλο πρόβλημα.

Η ομάδα παρέμβασης είχε στατιστικά σημαντική βελτίωση στη μυϊκή αντοχή των άνω άκρων σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Υπήρχαν επίσης τάσεις προς βελτίωση της μυϊκής δύναμης και της λειτουργικότητας του άνω άκρου. Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων για τη μυϊκή δύναμη, τη μυϊκή αντοχή, ή τη φυσική λειτουργία των κάτω άκρων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων σε αυτή τη μελέτη είχαν μέτριο επίπεδο διανοητικής αναπηρίας και δεν αναφέρθηκαν προβλήματα από τους συμμετέχοντες.



Εικόνα 8: Μηχανή καθιστής κωπηλατικής  
<https://aprilanecdotes.wordpress.com/2012/02/02/exercise-and-down-syndrome/>

<u>ΕΡΕΥΝΑ 1<sup>η</sup></u>	<u>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</u>	<u>ΔΕΙΓΜΑ</u>	<u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>
	Cowley P M., Lori L. Ploutz- Snyder, Baynard T, Heffernan K S., Jae S Y, Hsu S, Lee M, Pitetti K H., Reiman M P. & Fernhall B (2011)	Συμμετείχαν τριάντα άτομα με DS και ήπια διανοητική αναπηρία, 19 άτομα στην ομάδα παρέμβασης και 11 άτομα στην ομάδα ελέγχου.	3 σετ των 8-10 επαναλήψεων της έκτασης και κάμψης του ποδιού, πίεσεις ποδιού, πίεσεις ώμου, πίεσεις στήθους, μειομετρική δικεφάλου και τρικεφάλου που πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση μηχανημάτων άσκησης 2 φορές την εβδομάδα για 10 εβδομάδες.	Η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε μεγαλύτερη αύξηση της δύναμης στους εκτείνοντες και καμπτήρες του γόνατος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.
<u>ΕΡΕΥΝΑ 2<sup>η</sup></u>	<u>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</u>	<u>ΔΕΙΓΜΑ</u>	<u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>
	Gupta S, Bhagwan S, Balawala, Dehradun, Bhamini K R and Kumaran SD (2011)	28 παιδιά με ιατρική διάγνωση με σύνδρομο Down ηλικίας από 7 έως 15 ετών	Πρόγραμμα άσκησης το οποίο περιελάμβανε ασκήσεις προοδευτικής αντίστασης για το κάτω άκρο και ασκήσεις για την ισορροπία για μια περίοδο έξι εβδομάδων, τρεις φορές την εβδομάδα.	Τα παιδιά με σύνδρομο Down ήταν σε θέση να βελτιώσουν τη δύναμη των μυών των κάτω άκρων και της συνολικής ισορροπίας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Μετά την παρέμβαση, η δύναμη σε όλες τις μυϊκές ομάδες είχε βελτιωθεί.
<u>ΕΡΕΥΝΑ 3<sup>η</sup></u>	<u>ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ</u>	<u>ΔΕΙΓΜΑ</u>	<u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>
	Shields N, Taylor NF, Dodd KY 2008	Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία και την ομάδα παρέμβασης αποτελούσαν 9 άτομα ενώ την ομάδα ελέγχου 11.	Το πρόγραμμα αποτελούνταν από 6 ασκήσεις με τη χρήση μηχανημάτων βάρους, δύο φορές την εβδομάδα για 10 εβδομάδες.	Η ομάδα παρέμβασης είχε στατιστικά σημαντική βελτίωση στη μυϊκή αντοχή των άνω άκρων σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το σύνδρομο Down είναι μία από τις πιο συνηθισμένες γενετικές ανωμαλίες. Η παρουσία ενός υπεράριθμου χρωμοσώματος διαταράσσει την ανάπτυξη του ατόμου δημιουργώντας κάποιες αλλαγές. Ορισμένα άτομα εμφανίζουν μικρό πηγούνι, λοξή ματιά, ενιαία πτυχή παλάμης ενώ όλα τα άτομα έχουν μαθησιακές δυσκολίες, κρανιοπροσωπικές ανωμαλίες και υποτονία στην πρώιμη βρεφική ηλικία. Η παρέμβαση του φυσικοθεραπευτή είναι αναγκαία για να αντιμετωπιστούν οι δυσλειτουργίες και κρίνεται άμεση όταν υπάρχει έντονος πόνος, περιορίζεται η λειτουργικότητα και υπάρχουν δομικές δυσπλασίες. Ο στόχος του φυσικοθεραπευτή είναι το άτομο να είναι καλύτερα σήμερα από ότι ήταν χθες.

Το κύριο συμπέρασμα της εργασίας αυτής είναι ότι η άσκηση βοηθάει τα άτομα με σύνδρομο Down. Δύσκολα εντοπίζεται έρευνα που να δείχνει ότι ένα πρόγραμμα άσκησης δεν εμφάνισε κάποιο θετικό αποτέλεσμα. Πιο συγκεκριμένα φάνηκε ότι η δραστηριότητα συμβάλλει στην ύπαρξη καλής καρδιαγγειακής υγείας μειώνοντας την αρτηριακή πίεση, αυξάνοντας τη μέση σωματιδιακή αιμοσφαιρική συγκέντρωση και αυξάνοντας τον αερισμό. Το ίδιο παρατηρείται και στην οστική υγεία όπου η άσκηση αυξάνει την οστική πυκνότητα και το δείκτη μάζας σώματος. Επίσης στο μυϊκό σύστημα υπάρχει αύξηση της δύναμης των κάτω άκρων, βελτίωση της ισορροπίας και πολλά άλλα ευεργετικά αποτελέσματα.

Στο καρδιαγγειακό σύστημα ασκήσεις μέτριας έντασης όπως ζοηρό περπάτημα, τζόκινγκ, διάδρομος, εργομετρικό ποδήλατο και κωπηλασία έχουν δείξει ευεργετικά αποτελέσματα. Η διάρκεια των προγραμμάτων ποικίλει από 6 έως 16 εβδομάδες με 30 έως 45 λεπτά τη συνεδρία. Στα οστά θετική επίδραση έδειξαν ασκήσεις πλειομετρικής προπόνησης αλμάτων για δύο φορές την εβδομάδα. Η άσκηση αυτού του είδους αυξάνει την οστική μάζα μέσω της φόρτισης που δημιουργείται στα οστά από το άλμα. Για την ενίσχυση του μυϊκού συστήματος προτιμούνται μειομετρικές ασκήσεις αυξανόμενης αντίστασης όπως πιέσεις στήθους και ποδιών. Η διάρκεια των προγραμμάτων έφτανε μέχρι και τις 10 εβδομάδες με 2 έως 3 συνεδρίες την εβδομάδα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο που το σύνδρομο Down είναι μία πολύ σημαντική και συχνά εμφανίσιμη γενετική ανωμαλία δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός ερευνών στις διαδικτυακές βιβλιογραφικές βάσεις. Ειδικότερα στα οστά και στο μυοσκελετικό σύστημα οι έρευνες είναι ολιγάριθμες. Θα ήταν λοιπόν ωφέλιμο αν στο μέλλον πραγματοποιούνταν περισσότερες έρευνες και με αναλυτικότερη αναφορά σε ειδικές ηλικίες και όχι μόνο με γενικά κριτήρια. Επίσης η συμμετοχή περισσότερων ατόμων στις μελέτες είναι επιτακτική για την εξασφάλιση ασφαλέστερων και καλύτερων αποτελεσμάτων.

## BIBΛIOΓΡΑΦΙΑ-ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Aleksander-Szymanowicz, Marchewka P. A, Dabrowski Z, Teleglow A, Bac A, Glodzik J**, 2014, The Influence Of Moderate-Intensity Physical Effort On Peripheral Blood In Adults With Down Syndrome - A Pilot Study. *Journal Of Physiology And Pharmacology*, 65(5): 733-738.
2. **Alt J E, Howell C J**, 2003, Down's syndrome. *British Journal of Anaesthesia | CEPD Reviews*, 3(3) :475–491 .
3. **Asim A, Kumar A, Muthuswamy S, Jain S and Agarwal S**, 2015, “Down syndrome: an insight of the disease”. *Journal of Biomedical Science* 22:41.
4. **Ash JA, Velazquez R, Kelley CM, Powers BE, Ginsberg SD, Mufson EJ, Strupp BJ** (2014) Maternal choline supplementation improves spatial mapping and increases basal forebrain cholinergic neuron number and size in aged Ts65Dn mice. *Neurobiol Dis* 70:32–42.
5. **Bar-Peled O, Gross-Isseroff R, Ben-Hur H, Hoskins I, Groner Y, Biegon A** (1991) Fetal human brain exhibits a prenatal peak in the density of serotonin 5-HT1A receptors. *Neurosci Lett* 127:173–176.
6. **Bartesaghi R, Haydar T F, Delabar J M, Dierssen M, Martínez-Cue C ´, and Bianchi D W**, 2015, New Perspectives for the Rescue of Cognitive Disability in Down Syndrome. *The Journal of Neuroscience*, October 14, 35(41):13843–13852.
7. **Baynard T, Pitetti KH, Guerra M, Fernhall B**. Heart rate variability at rest and during exercise in person with Down syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 1285-1290.
8. **Bianchi P, Ciani E, Guidi S, Trazzi S, Felice D, Grossi G, Fernández M, Giuliani A, Calza` L, Bartesaghi R** (2010) Early pharmacotherapy restores neurogenesis and cognitive performance in the Ts65Dn mouse model for Down syndrome. *J Neurosci* 30:8769–8779.
9. **Carfi A, Antocicco M, Brandi V, Cipriani C, Fiore F, Mascia D, Settanni S, Vetrano L.D, Bernabei R and Onder G**, 2014, Characteristics of adults with Down syndrome: prevalence of age-related conditions. *Frontiers in Medicine*, 1(51):1-5.
10. **Carmeli E, Kessel S, Coleman R, and Ayalon M**, 2002, Effects of a Treadmill Walking Program on Muscle Strength and Balance in Elderly People With Down Syndrome. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, 57A(2): 106–110.
11. **Cowley P M., Lori L. Ploutz-Snyder, Baynard T, Heffernan K S., Jae S Y, Hsu S, Lee M, Pitetti K H., Reiman M P. & Fernhall B** (2011), The effect of progressive resistance training on leg strength, aerobic capacity and functional tasks of daily living in persons with Down syndrome, *Disability and Rehabilitation*, 2011; 33(23–24): 2229–2236.
12. **Cornelissen VA, Smart NA**. 2013, Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta analysis. *J Am Heart Assoc.*,2(1):e004473.
13. **Cuckle H S**, 2005, Primary prevention of Down's syndrome. *Int. J. Med. Sci.* 2(3):93-99.
14. **Das I, Park JM, Shin JH, Jeon SK, Lorenzi H, Linden DJ, Worley PF, Reeves RH** (2013) Hedgehog agonist therapy corrects structural and cognitive deficits in a Down syndrome mouse model. *Sci Transl Med* 5:201-120.
15. **Dodd K J, Shields N**, A Systematic Review of the Outcomes of Cardiovascular Exercise Programs for People With Down Syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86: 2051-8.
16. **Dreyfus D, Lauer E, and Wilkinson J**. 2014, Characteristics Associated With Bone Mineral Density Screening in Adults With Intellectual Disabilities, *J Am Board Fam Med*, 27:104 –114.

17. **E. Ai't Y, Aubert J, Dauphinot L, Rivals I, Prieur M, Golfier G, Rossier J, Personnaz L, Cre'au N, Ble'haut H, Robin S, Delabar J M, and Potier M-C**, 2007, Classification of Human Chromosome 21 Gene-Expression Variations in Down Syndrome: Impact on Disease Phenotypes. *The American Journal of Human Genetics*, 81:475–491.
18. **El-Sayed M**, Effects of exercise and training on blood rheology. *Sports Med* 1998, 26: 281-292.
19. **Ernst E, Daburger L, Saradeth T**. 1991, The kinetics of blood rheology during and after prolonged standardized exercise. *Clin Hemorheol Microcirc*, 11: 429-439.
20. **Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, Ondrak KS, McMurray RG**: Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci* 2008, 26(14):1557–1565.
21. **Fernhall B, Millar AL, Tymeson GT, Burkett LN**. Maximal exercise testing of mentally retarded adolescents and adults: reliability study. *Arch Phys Med Rehabil*. 1990,71(13):1065-8.
22. **Figueroa A, Collier SR, Baynard T, et al**. Impaired vagal modulation of heart rate in individuals with Down syndrome. *Clin Auton Res*. 2005,15:45–50.
23. **Glivetic T., Rodin U., Milosevic M., Mayer D., Filipovic-Grcic B. and Seferovic Saric M.**, (2015), Prevalence, prenatal screening and neonatal features in children with Down syndrome: a registry- based national study. *Italian Journal of Pediatrics* (2015) 41:81:1-7.
24. **Gonzalez-Aguero A., Vicente-Rodriguez G., Gomez-Cabello A., Ara I., Moreno L. A, Casajus J. A.** 2011, A 21-week bone deposition promoting exercise programme increases bone mass in young people with Down syndrome. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54: 552–556.
25. **Gracia-Marco L, Moreno LA, Ortega FB, Leon F, Sioen I, Kafatos A, Martinez-Gomez D, Widhalm K, Castillo MJ, Vicente-Rodriguez G** 2011, : Levels of physical activity that predict optimal bone mass in adolescents: the HELENA study. *Am J Prev Med* 40(6):599–607.
- 26  $\alpha$ . **Guidi S, Stagni F, Bianchi P, Ciani E, Ragazzi E, Trazzi S, Grossi G, Mangano C, Calza` L, Bartesaghi R** (2013) Early pharmacotherapy with fluoxetine rescues dendritic pathology in the Ts65Dn mouse model of Down syndrome. *Brain Pathol* 23:129 –143.
- 26  $\beta$ . **Guidi S, Stagni F, Bianchi P, Ciani E, Giacomini A, De Franceschi M, Moldrich R, Kurniawan N, Mardon K, Giuliani A, Calza` L, Bartesaghi R** (2014) Prenatal pharmacotherapy rescues brain development in a Down's syndrome mouse model. *Brain* 137:380–401.
27. **Gupta S, Bhagwan S, Balawala, Dehradun, Bhamini K R and Kumaran SD** (2011), Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial, *Clinical Rehabilitation* 2011; 25: 425–432.
28. **Hallal PC, Victora CG, Azevedo MR, Wells JC** 2006: Adolescent physical activity and health: a systematic review. *Sports Med*, 36(12):1019–1030.
29. **Hu M, Yan H, Ranadive SM, Agiovlasitis S, Fahs CA, Atiq M, et al**. Arterial stiffness response to exercise in persons with and without Down syndrome. *Res Dev Disabil*. 2013, 34(10):3139-47.
30. **Khan K, McKay HA, Haapasalo H, Bennell KL, Forwood MR, Kannus P, Wark JD**: Does childhood and adolescence provide a unique opportunity for exercise to strengthen the skeleton? *J Sci Med Sport* 2000, 3(2):150–164.
31. **Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV**. The effects of exercise on resting blood pressure in children and adolescents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Prev Cardiol*. 2003,6(1):8-16.



32. **Marder E, Dennis J** (2001): Medical management of children with Down's syndrome. *Curr Paediatr* 11:57–63.
33. **Matute-Llorente Á., González-Agüero A., Gómez-Cabello A., Vicente-Rodríguez G. and Casajús J. A.** 2013, Decreased levels of physical activity in adolescents with down syndrome are related with low bone mineral density: a cross sectional study. *BMC Endocrine Disorders*, 13:22:1-8.
34. **McDonnell BJ, Maki-Petaja MK, Munnery M, Yasmin, Wilkinson IB, Cockcroft JR, et al.** Habitual exercise and blood pressure: age dependency and underlying mechanisms. *Am J Hypertens*. 2013,26(3):334-41.
35. **McKelvey K. D., Fowler T. W., Akel N. S., Kelsay J. A., Gaddy D., Wenger G. R., Suva L. J.** 2013, Low bone turnover and low bone density in a cohort of adults with Down syndrome. *Osteoporos Int*. 2013 April ; 24(4): 1333–1338.
36. **Mendonca G V, Pereira F D, Fernhall B,** 2010, Reduced exercise capacity in persons with Down syndrome: cause, effect, and management. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 6: 601–610.
37. **Mégarbané A, Ravel A, Mircher C, Sturtz F, Grattau Y, Rethoré MO, Delabar JM, Mobley WC.** 2009, The 50th anniversary of the discovery of trisomy 21: the past, present, and future of research and treatment of Down syndrome. *Genetics Medicine*, 11(9):611-6.
38. **Millar A.L, Fernhall B, Burkett L N** (1992), Effects of aerobic training in adolescents with Down syndrome. *MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE* 1992:270-273.
39. **Moon J, Chen M, Gandhi SU, Strawderman M, Levitsky DA, Maclean KN, Strupp BJ** (2010) Perinatal choline supplementation improves cognitive functioning and emotion regulation in the Ts65Dn mouse model of Down syndrome. *Behav Neurosci* 124:346 –361.
40. **Nahon E, Israelson A, Abu-Hamad S, Varda SB** (2005) Fluoxetine (Prozac) interaction with the mitochondrial voltage-dependent anion channel and protection against apoptotic cell death. *FEBS Lett* 579:5105–5110.
41. **Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, et al:** Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Jama* 1995, 273(5):402–407.
42. **Pinna G, Costa E, Guidotti A** (2009) SSRIs act as selective brain steroidogenic stimulants (SBSSs) at low doses that are inactive on 5-HT reuptake. *Curr Opin Pharmacol* 9:24 –30.
43. **Pitetti KH, Boneh S.** Cardiovascular fitness as related to leg strength in adults with mental retardation. *Med Sci Sports Exerc* 1995,27:423-8.
44. **Risser D, Lubec G, Cairns N, Herrera-Marschitz M** (1997) Excitatory amino acids and monoamines in parahippocampal gyrus and frontal cortical pole of adults with Down syndrome. *Life Sci* 60:1231–1237.10.
45. **Rodrigues AN, Coelho LC, Gonçalves WL, Gouvêa SA, Vasconcellos MJ, Cunha RS, et al.** Stiffness of the large arteries in individuals with and without Down syndrome. *Vasc Health Risk Manag*. 2011;7:375-81.
46. **Roper RJ, Baxter LL, Sara`n NG, Klinedinst DK, Beachy PA, Reeves RH** (2006) Defective cerebellar response to mitogenic Hedgehog signaling in Down [corrected] syndrome mice. *Proc Natl Acad Sci U S A* 103:1452– 1456.

47. **Seron Bruna Barboza, Goessler Karla Fabiana, Modesto Everaldo Lambert, Almeida Eloise Werle, Greguol Márcia** (2015), Blood Pressure and Hemodynamic Adaptations after a Training Program in Young Individuals with Down Syndrome. *Arq Bras Cardiol.* 2015; 104(6):487-492.
48. **Sherman S. L., Allen E. G., Bean L. H., and Freeman S. B.** (2007), EPIDEMIOLOGY OF DOWN SYNDROME. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev.* 13(3):221-7.
49. **Shichiri M, Yoshida Y, Ishida N, Hagihara Y, Iwahashi H, Tamai H, Niki E** (2011) Alpha-Tocopherol suppresses lipid peroxidation and behavioral and cognitive impairments in the Ts65Dn mouse model of Down syndrome. *Free Radic Biol Med* 50:1801–1811.
50. **Shields N, Taylor NF, Dodd KY** 2008. Effects of a community-based progressive resistance training program on muscle performance and physical function in adults with Down's syndrome syndrome: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*; 89: 1215–20.
51. **Shimizu H, Ishizuka Y, Yamazaki H, Shirao T** (2015) Allopregnanolone increases mature excitatory synapses along dendrites via protein kinase A signaling. *Neuroscience* 305:139–145.
52. **Sotonica M, Mackic-Djurovic M, Hasic S, Kiseljakovic E, Jadric R, and Ibrulj S,** 2016, Association of Parental Age and the Type of Down Syndrome on the Territory of Bosnia and Herzegovina. *Med Arch.* Apr 70(2): 88-91.
53. **Stagni F, Giacomini A, Guidi S, Ciani E, Ragazzi E, Filonzi M, De Iasio R, Rimondini R, Bartesaghi R** (2015) Long-term effects of neonatal treatment with fluoxetine on cognitive performance in Ts65Dn mice. *Neurobiol Dis* 74:204–218.
54. **Stagni F, Magistretti J, Guidi S, Ciani E, Mangano C, Calza` L, Bartesaghi R** (2013) Pharmacotherapy with fluoxetine restores functional connectivity from the dentate gyrus to field CA3 in the Ts65Dn mouse model of Down syndrome. *PLoS One* 8:e61689.
55. **Trost SG, Loprinzi PD, Moore R, Pfeiffer KA,** 2011: Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Med Sci Sports Exerc,* 43(7):1360–1368.
56. **Tsimaras VK, Fotiadou EG** 2004. Effect of training on the muscle strength and dynamic balance ability of adults with Down's syndrome syndrome. *J Strength Cond Res*; 18: 343–7.
57. **Velazquez R, Ash JA, Powers BE, Kelley CM, Strawderman M, Luscher ZI, Ginsberg SD, Mufson EJ, Strupp BJ** (2013) Maternal choline supplementation improves spatial learning and adult hippocampal neurogenesis in the Ts65Dn mouse model of Down syndrome. *Neurobiol Dis* 58:92–101.
58. **Vis J. C. , De Bruin-Bon H. A. C. M. , Bouma B. J. ,Huisman S. A. ,Imschoot L. , van den Brink K. , Mulder B. J. M.,** (2012), Adults with Down syndrome have reduced cardiac response after light exercise testing. *Neth Heart J* 20:264–269.
59. **Wang JM, Singh C, Liu L, Irwin RW, Chen S, Chung EJ, Thompson R, Brinton RD** (2010) Allopregnanolone reverses neurogenic and cognitive deficits in mouse model of Alzheimer's disease. *Proc Natl Acad Sci U S A* 107:6498–6503.
60. **Whitaker-Azmitia PM** (2001) Serotonin and brain development: role in human developmental diseases. *Brain Res Bull* 56:479–485.
61. **Wu J, Beerse M, Ajisafe T, Liang H** (2015), Walking Dynamics in Preadolescents With and Without Down Syndrome, *Phys Ther.* 2015;95:740–749.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
2. <https://scholar.google.gr/>
3. <https://www.google.gr/>
4. <https://search.pedro.org.au/search>