



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΣΤΗ ΝΕΦΡΟΛΟΓΙΚΗ ΦΡΟΝΤΙΔΑ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Άσκηση και νεφρική νόσος

της

Μαντζαβίνου Γεωργίας

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

- Σακκάς Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Άσκησης σε Κλινικούς Πληθυσμούς, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπων
- Στεφανίδης Ιωάννης, Καθηγητής Παθολογίας – Νεφρολογίας, Τμήμα Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Αντιπρύτανης Έρευνας και Καινοτομίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Διευθυντής Νεφρολογικής Κλινικής, Π.Γ.Ν Λάρισας
- Ελευθεριάδης Θεόδωρος, Καθηγητής Νεφρολογίας, Τμήμα Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Λάρισα, Ιανουάριος, 2023



**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCE
FACULTY OF MEDICINE**



MASTER PROGRAM IN
«MASTER OF SCIENCE DIPLOMA IN NEPHROLOGICAL CARE»

MASTER THESIS

Exercise and Kidney Disease

Mantzavinou Georgia

Examination Committee:

- Sakkas Georgios, Associate Professor of Practice in Clinical Populations, Department of Physical Education & Sports Science, University of Thessaly, Supervisor
- Stefanidis Ioannis, Professor of Internal Medicine – Nephrology, Department of Health Sciences, University of Thessaly, Vice – Chancellor for Research and Innovation of University of Thessaly, Director of the Nephrology Clinic, P.G.N. Larissa
- Eleftheriadis Theodoros, Professor of Nephrology, Department of Health Sciences, University of Thessaly

Larisa, January, 2023

Υπεύθυνη Δήλωση του Συντάκτη

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια στην οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στη Νεφρολογική Φροντίδα, του Ιατρικού Τμήματος Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Περίληψη

Είναι ευρέως γνωστό από μελέτες παρατήρησης ότι η καθιστική ζωή και η μειωμένη σωματική δραστηριότητα συσχετίζονται με έναν αυξημένο κίνδυνο νοσηρότητας και θνησιμότητας σε ασθενείς με νεφρική νόσο. Βάσει της επίγνωσης σχετικά με την ισχυρή σχέση μεταξύ της καθιστικής ζωής και των δυσμενών κλινικών αποτελεσμάτων, το Εθνικό Ίδρυμα Νεφρού και η Νεφρική Νόσος : Βελτίωση των Παγκόσμιων Αποτελεσμάτων έχουν παράσχει συγκεκριμένες συστάσεις για την άσκηση και την σωματική δραστηριότητα σε ασθενείς με νεφρική νόσο. Δεδομένου του γεγονότος ότι η νεφρική νόσος είναι πρόβλημα δημόσιας υγείας και ενώ εξακολουθεί να υπάρχει διαμάχη στο είδος της άσκησης που θα πρέπει να συνταγογραφείται σε αυτούς τους ασθενείς, η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση εστιάζει στα πιο αξιόπιστα στοιχεία που υπάρχουν μέχρι στιγμής στη βιβλιογραφία όσον αφορά την ευεργετική επίδραση των διαφόρων τύπων σωματικής άσκησης στα κλινικά αποτελέσματα σε ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο, καθώς και τον αντίκτυπο που έχουν στη μείωση του κινδύνου χρόνιας νεφρικής νόσου ή προόδου της χρόνιας νεφρικής νόσου.

Λέξεις – κλειδιά: νεφρική νόσος, χρόνια νεφρική νόσος, νεφρική νόσος τελικού – σταδίου, άσκηση, σωματική δραστηριότητα, συστάσεις, τύποι άσκησης, πρόοδος νόσου

Abstract

It is well known from observational studies that a sedentary lifestyle and reduced physical activity are associated with an increased risk of morbidity and mortality in patients with kidney disease. Based on awareness of the strong relationship between sedentary lifestyle and adverse clinical outcomes, the National Kidney Foundation and Kidney Disease: Improving Global Outcomes have provided specific recommendations for exercise and physical activity in patients with kidney disease. Given the fact that kidney disease is a public health problem and while there is still controversy in the type of exercise that should be prescribed for these patients, this literature review focuses on the most reliable evidence so far in the literature regarding the beneficial effect of different types of physical exercise on clinical outcomes in patients with chronic kidney disease, as well as their impact on reducing the risk of chronic kidney disease or progression of chronic kidney disease.

Key words: kidney disease, chronic kidney disease, end-stage renal disease, exercise, physical activity, recommendations, types of exercise, disease progression

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Επίδραση της παρέμβασης στον τρόπο ζωής στην πρόοδο της ΧΝΝ μέσω της μέτρησης της απόστασης 6λεπτης βάρδισης. Ανάκτηση από: Howden EJ, Coombes JS, Strand H et al. Exercise training in CKD: efficacy, adherence, and safety. Am J Kidney Dis 2015; 65: 583–591	15
Εικόνα 2: Εμπόδια, διευκολυντές και κίνητρα που επηρεάζουν το ενδιαφέρον και την προθυμία συμμετοχής σε προπόνηση άσκησης. Ανάκτηση από: Clyne N and Anding – Rost K. Exercise training in chronic kidney disease – effects expectations and adherence. Clinical Kidney Journal 2021;14(2):ii3-ii14.....	24
Εικόνα 3: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στον GFR (eGFR, ml / min). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252.....	29
Εικόνα 4: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στην πρωτεϊνουρία GFR (mg / g και mg / 24h). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252	29
Εικόνα 5: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στην συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση (mmHg). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252.....	31
Εικόνα 6: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στα επίπεδα LDL – και HDL – χοληστερόλης (mg / dl). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252.....	32
Εικόνα 7: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στην αερόβια ικανότητα (μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου σε δοκιμή αντοχής, mg / kg / min) και στην λειτουργική ικανότητα (6MWT, μέτρα). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252.....	33
Εικόνα 8: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στην δύναμη των άνω άκρων (αριθμός επαναλήψεων δικεφάλου) και των κάτω άκρων (αριθμός επαναλήψεων στη δοκιμή STS). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252.....	34
Εικόνα 9: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στο ΔΜΣ και την περιφέρεια της μέσης. Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252.....	35

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Ταξινόμηση KDIGO. Ανάκτηση από: Webster AC, Nagler EV, Morton RL, et al. Chronic Kidney Disease. Lancet (London, England). 2017;389(10075):1238–1252.	4
Πίνακας 2: Είδος συνιστώμενων ασκήσεων σε ασθενείς με νεφρική νόσο. Ανάκτηση από: Smart NA, Williams AD, Levinger I, et al. Exercise and Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise and chronic kidney disease. J Sci Med Sport 2013;16(5):406-11	9
Πίνακας 3: Συστάσεις – Κατευθυντήριες οδηγίες άσκησης / σωματικής δραστηριότητας για ασθενείς με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75	12
Πίνακας 4: Συστάσεις – Κατευθυντήριες οδηγίες άσκησης / σωματικής δραστηριότητας για ασθενείς με ESRD που υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75	16
Πίνακας 5: Συστάσεις – Κατευθυντήριες οδηγίες ενδοσυνεδριακής άσκησης για ασθενείς με ESRD που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75	17
Πίνακας 6: Συστάσεις – Κατευθυντήριες οδηγίες φυσικής δραστηριότητας / άσκησης για ασθενείς με μεταμόσχευση νεφρού. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75	20
Πίνακας 7: Κατευθυντήριες οδηγίες για την εφαρμογή της φυσικής δραστηριότητας και της άσκησης σε KTRs. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75	21
Πίνακας 8: Συνιστώμενη φυσική δραστηριότητα σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη. Ανάκτηση από: Pongrac Barlovic D, Tikkanen Dolenc H, Groop PH. Physical Activity in the Prevention of Development and Progression of Kidney Disease in Type 1 Diabetes. Current Diabetes Reports. 2019;19(7):41	27

Κατάλογος Συντομογραφιών

6MWT	6 Minute Walk Test
ADMA	Asymmetric Dimethylarginine
BFR	Blood Flow Restriction
CfPWV	Carotid – femoral Pulse Wave Velocity
CI	Confidence Interval
CRP	C – Reactive Protein
CVD	Cardiovascular Disease
EGFR	Epidermal Growth Factor Receptor
eGFR	estimated Glomerular Filtration Rate
EMS	Electrical Muscle Stimulation
EPO	Erythropoietin
ESRD	End Stage Renal Disease
FGF – 23	Fibroblast Growth Factor 23
GFR	Glomerular Filtration Rate
HDL	High – Density Lipoprotein
HIIT	High – Intensity Interval Training
HRR	Heart Rate Reserve
IL – 6	Interleukin – 6
KDIGO	Kidney Disease : Improving Global Outcomes
KTRs	Kidney Transplant Recipients
LDL	Low – Density Lipoprotein
MBD	Mineral and Bone Disorder
MICE	Moderate – Intensity Continuous Exercise
NKF	National Kidney Foundation
NO	Nitric Oxide
OC	Osteocalcin
OR	Odds Ratio
PECs	Parietal Epithelial Cells
PEW	Protein Energy Wasting
PH	Parathyroid Hormone
QoL	Quality of Life
RAS	Renin – Angiotensin System

RBC	Red Blood Cells
RCT	Randomized Controlled Trial
RM	Repetition Maximal
RPE	Rating of Perceived Exertion
RRT	Renal Replacement Therapy
SMD	Standardized Mean Difference
STS	Sit – To – Stand
TGF – α	Transforming Growth Factor – α
TUG	timed up – and – go
ΔΑΠ	Διαστολική Αρτηριακή Πίεση
ΔΜΣ	Δείκτης Μάζας Σώματος
ΚΝΣ	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
MET	Metabolic Equivalent Tast
ΠΝΣ	Περιφερικό Νευρικό Σύστημα
ΠΟΥ	Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας
ΣΑΠ	Συστολική Αρτηριακή Πίεση
XNN	Χρόνια Νεφρική Νόσος

Περιεχόμενα

Περίληψη	iv
Abstract.....	v
Κατάλογος Εικόνων	vi
Κατάλογος Πινάκων.....	vii
Κατάλογος Συντομογραφιών	viii
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 2 ^ο : Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας – Νεφρική νόσος.....	3
2.1 Ορισμός.....	3
2.2 Δείκτες και παράγοντες κινδύνου	3
2.3 Στάδια	3
2.4 Επιδημιολογία	4
2.5 Παθοφυσιολογία.....	4
2.6 Ουραιμικό σύνδρομο.....	6
2.7 Αιματολογικές αλλοιώσεις.....	6
2.8 Νευρομυϊκή βλάβη	7
Κεφάλαιο 3 ^ο : Άσκηση και νεφρική νόσος	8
3.1 Άσκηση στη χρόνια νεφρική νόσο.....	8
3.2 Τύποι, διάρκεια και δόση άσκησης.....	8
3.2.1 Τύποι άσκησης.....	8
3.2.3 Διάρκεια και δόση άσκησης.....	10
3.2.4 Τυπική συνεδρία άσκησης	10
3.3 Κατευθυντήριες οδηγίες άσκησης στη χρόνια νεφρική νόσο.....	11
3.3.1 Άσκηση σε ασθενείς με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης (G1 – 5).....	11
3.3.2 Άσκηση σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση και περιτοναϊκή κάθαρση.....	16
3.3.3 Ασθενείς με μεταμόσχευση νεφρού	19
3.4 Οφέλη	22
3.5 Προφυλάξεις – Αντενδείξεις	22
3.6 Εμπόδια και διευκολυντές για προπόνηση άσκησης.....	23
3.6.1 Αποδοχή της νόσου και θετικές προσδοκίες.....	24
3.6.2 Υποστήριξη.....	25
3.6.3 Ιατρικά, σωματικά, ψυχολογικά και χρονικά εμπόδια	25
3.7 Πρόληψη της χρόνιας νεφρικής νόσου μέσω της άσκησης	26
Κεφάλαιο 4 ^ο : Επιδράσεις της άσκησης στη νεφρική νόσο	28
4.1 Επίδραση της άσκησης σε ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο	28

4.1.1 Νεφρική λειτουργία	28
4.1.2 Καρδιαγγειακός κίνδυνος.....	29
4.1.3 Ικανότητα άσκησης, δύναμη και φυσική λειτουργία	32
4.1.4 Μυϊκή μάζα	35
4.1.5 Ποιότητα ζωής	36
4.1.6 Ψυχική υγεία	37
4.1.7 Πρόοδος της ΧΝΝ	37
4.1.8 Πιθανοί μηχανισμοί	37
4.2 Επίδραση διαφορετικών τύπων άσκησης στη νεφρική νόσο	38
4.2.1 Αερόβια άσκηση και λειτουργική προπόνηση σε νεφρικές νόσους.....	38
4.2.2 Άσκηση με αντιστάσεις και νεφρικές νόσοι	42
4.2.3 Συνδυασμένη άσκηση και νεφρικές νόσοι.....	44
4.2.4 Άσκηση περιορισμού της ροής αίματος και νεφρικές νόσοι.....	46
4.2.5 Υψηλής – έντασης διαλειμματική προπόνηση και νεφρικές νόσοι	46
4.2.6 Ηλεκτρική μυϊκή διέγερση και νεφρικές νόσοι.....	47
4.2.7 Άσκηση και αποκατάσταση σε ασθενείς με νευρογενή κύστη, πολυκυστική νεφρική νόσο και σπειραματονεφρίτιδα	48
Συζήτηση	50
Συμπεράσματα.....	54
Βιβλιογραφία	55

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Ο καθιστικός τρόπος ζωής σε πληθυσμούς ενηλίκων αντιπροσωπεύει ένα αυξανόμενο πρόβλημα δημόσιας υγείας. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ), το 2016 περίπου 1,9 δισεκατομμύρια ενήλικες ηλικίας 18 και άνω ήταν υπέρβαροι, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 40% του πληθυσμού ενηλίκων, παγκοσμίως. Το υπερβολικό βάρος και η παχυσαρκία, παράλληλα με την έλλειψη της σωματικής δραστηριότητας και της άσκησης, φέρουν μια σειρά από παθολογίες που μπορούν εύκολα να καταρρεύσουν τα συστήματα υγείας: οστεοπόρωση, εκφυλιστική νόσο των αρθρώσεων, απώλεια νευρομυϊκής δύναμης, αθηροσκλήρωση, καρδιαγγειακά νοσήματα, αρτηριακή υπέρταση, σακχαρώδης διαβήτης τύπου – II, μεταβολικό σύνδρομο, εγκεφαλοαγγειακά επεισόδια, οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου, καρκίνο κλπ. Αυτές παθολογίες θα μπορούσαν εύκολα να αποφευχθούν με προληπτικούς ελέγχους και έναν υγιεινό τρόπο ζωής που βασίζεται στην καλή διατροφή και την σωματική άσκηση (Lorenzo Sellares and Rodriguez, 2022).

Μεταξύ των επιδημικών χρόνιων ασθενειών που ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος του σημερινού παγκόσμιου αριθμού θανάτων, η νεφρική νόσος και ιδιαίτερα η χρόνια νεφρική νόσος (XNN), είναι μία από τις πιο επιβαρυντικές νόσους για τα εθνικά συστήματα υγείας, παγκοσμίως (Mallamaci, Pisano and Tripepi, 2020). Με ταξινόμηση 5 σταδίων, η XNN μπορεί να προοδεύσει σε χρόνια νεφρική νόσο τελικού – σταδίου (End Stage Renal Disease, ESRD), στο οποίο ο ασθενής πρέπει να υποβληθεί σε περιοδική αιμοκάθαρση ή μεταμόσχευση νεφρού (Ostaiza – Moreira, Parraga and Rodriguez – Farino, 2023). Σύμφωνα με τον Οδηγό Κλινικής Πρακτικής «Πρόληψη, διάγνωση και θεραπεία της χρόνιας νεφρικής νόσου» (2018), ο παγκόσμιος επιπολασμός της XNN είναι 11 έως 13% και από αυτό το σύνολο, το 8% απαιτεί θεραπεία κάθαρσης. Η XNN προκαλεί σημαντικές αλλαγές στη ζωή των ασθενών και σχετίζεται με υψηλό βαθμό νοσηρότητας και θνησιμότητας. Όλες αυτές οι συνέπειες θα μπορούσαν να αποφευχθούν με κατάλληλη πρόληψη και την υιοθέτηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής, συμπεριλαμβανομένης της άσκησης (Acebo Murillo et al., 2020).

Το Εθνικό Ίδρυμα Νεφρού (National Kidney Foundation, NKF) και η Νεφρική Νόσος : Βελτίωση των Παγκόσμιων Αποτελεσμάτων (Kidney Disease: Improving Global Outcomes, KDIGO) έχει αναπτύξει συστάσεις φυσικής δραστηριότητας για ασθενείς με νεφρική νόσο, οι οποίες είναι παρόμοιες με αυτές για άλλους πληθυσμούς ασθενών με χρόνια νοσήματα. Οι τρέχουσες συστάσεις περιλαμβάνουν κυρίως αερόβια άσκηση διάρκειας 30 λεπτών τις περισσότερες ημέρες της εβδομάδας. Ωστόσο παρόλο που η νεφρική νόσος είναι ένα πρόβλημα δημόσιας υγείας και παρόλο που η σωματική δραστηριότητα θεωρείται απαραίτητη για την πρόληψη και θεραπεία των περισσότερων χρόνιων ασθενειών, σπάνια συνταγογραφούνται παρεμβάσεις άσκησης σε ασθενείς με ΧΝΝ (Mallamaci, Pisano and Tripepi, 2020).

Η παρούσα εργασία παρέχει στην επιστημονική κοινότητα μία ενημερωμένη και αξιόπιστη βάση δεδομένων για τη νεφρική νόσο, τους παράγοντες κινδύνου, την πρόληψη και τον κίνδυνο της καθιστικής ζωής, συνιστώντας της ένταξη της άσκησης και της φυσικής δραστηριότητας στην καθημερινή ζωή των ασθενών με νεφρική νόσο.

Κεφάλαιο 2^ο: Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας – Νεφρική νόσος

2.1 Ορισμός

Η ΧΝΝ είναι μια κλινική οντότητα δευτερογενής σε υποκείμενες μεταβολικές διαταραχές. Ορίζεται ως κλινικό σύνδρομο δευτερογενές σε οριστική αλλαγή στη λειτουργία ή / και στη δομή των νεφρών και χαρακτηρίζεται από μη – αναστρέψιμη, αργή και προοδευτική εξέλιξη. Μια άλλη σημαντική πτυχή είναι ότι η παθολογία της αντιπροσωπεύει μεγαλύτερο κίνδυνο επιπλοκών και θνησιμότητας, ιδιαίτερα του καρδιαγγειακού συστήματος. Ένας ενήλικος ασθενής αναγνωρίζεται με ΧΝΝ όταν παρουσιάζει, για μία περίοδο ίση ή μεγαλύτερη των τριών μηνών, GFR μικρότερο από 60 ml / min / 1,73 m², ή GFR μεγαλύτερο από > 60 ml / min / 1,73 m², αλλά με ενδείξεις βλάβης της νεφρικής δομής (Ammirati, 1992).

2.2 Δείκτες και παράγοντες κινδύνου

Η ΧΝΝ παρουσιάζει αρκετούς πρώιμους παράγοντες κινδύνου που αυξάνουν τον κίνδυνο προοδευτικής σπειραματοσκλήρυνσης, όπως για παράδειγμα, υπέρταση, δυσλιπιδαιμία και κάπνισμα (Webster et al., 2017). Μερικοί πρώιμοι δείκτες που μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη και διάγνωση της ΧΝΝ είναι η λευκωματουρία, οι αλλαγές στην απεικόνιση των νεφρών, η αιματουρία, η λευκοκυτταρουρία, οι εμμένουσες διαταραχές υγρών και ηλεκτρολυτών, οι ιστολογικές αλλαγές στη βιοψία νεφρών και η προηγούμενη μεταμόσχευση νεφρού (Ammirati, 1992).

2.3 Στάδια

Λαμβάνοντας υπόψη πολλούς δείκτες, η Νεφρική Νόσος: Βελτίωση των Παγκόσμιων Αποτελεσμάτων (Kidney Disease : Improving Global Outcomes, KDIGO) έχει καθιερώσει μια ταξινόμηση για τη ΧΝΝ (Πίνακας 1) (Webster et al., 2017).

Πίνακας 1: Ταξινόμηση KDIGO. Ανάκτηση από: Webster AC, Nagler EV, Morton RL, et al. Chronic Kidney Disease. Lancet (London, England). 2017;389(10075):1238–1252.

GFR	Περιγραφή	Εύρος (mL / min / 1,73 m ²)
G1	Φυσιολογικός ή υψηλός	≥ 90
G2	Ήπια μείωση	60 – 89
G3a	Ήπια έως μέτρια μείωση	45 – 59
G3b	Μέτρια έως σοβαρή μείωση	30 – 44
G4	Σοβαρή μείωση	15 – 29
G5	Νεφρική ανεπάρκεια	< 15

2.4 Επιδημιολογία

Παγκοσμίως, το 2017, καταγράφηκαν 697,5 εκατομμύρια άνθρωποι με διαφορετικά στάδια νεφρικής νόσου, αντιπροσωπεύοντας έναν παγκόσμιο επιπολασμό της τάξης του 9,1%. Σε περιοχές όπως η Ωκεανία, η Λατινική Αμερική, και η Υποσαχάρια Αφρική, ο επιπολασμός της χρόνιας νεφρικής νόσου ήταν υψηλότερος σε σύγκριση με τη Δυτική, την Ανατολική και την Κεντρική Υποσαχάρια Αφρική, την Ανατολική Ασία, την Νότια Ασία, την Κεντρική Ευρώπη και την Ανατολική Ευρώπη· αντίθετα, στη Δυτική Ευρώπη ο επιπολασμός ήταν πολύ χαμηλότερος. Ο αριθμός των θανάτων σημειώθηκε στα 1,2 εκατομμύρια άτομα, με ποσοστό θνησιμότητας 41,5% (Bikbov et al., 2020).

2.5 Παθοφυσιολογία

Η γένεση της ΧΝΝ έγκειται στην απώλεια νεφρώνων, με την σπειραματική υπέρταση να προκαλεί μία αύξηση του μεγέθους του νεφρώνα, μέσω της ενεργοποίησης του συστήματος ρενίνης – αγγειοτενσίνης (Renin – Angiotensin System, RAS), του μετασχηματιστικού αυξητικού παράγοντα – α (Transforming Growth Factor – α, TGF – α) και της δραστηριότητας του υποδοχέα του επιδερμικού αυξητικού παράγοντα (Epidermal Growth Factor Receptor, EGFR) ως αντισταθμιστικό μηχανισμό διατήρησης του συνολικού ρυθμού σπειραματικής διήθησης (Glomerular Filtration Rate, GFR) και ελαχιστοποίησης της ενδοσπειραματικής

πίεσης, για την οποία τα ποδοκύτταρα πρέπει να υποστούν υπερτροφία για τη διατήρηση του φραγμού διήθησης. Ωστόσο, με την μείωση της υπερτροφίας των ποδοκυττάρων, η δυσλειτουργία του φραγμού οδηγεί, αρχικά, σε ήπια πρωτεϊνουρία (Romagnani et al., 2017).

Σε μεταγενέστερα στάδια της ΧΝΝ, οι αυξημένες διατμητικές δυνάμεις στα ποδοκύτταρα προάγουν την αποκόλληση τους. Παράλληλα, τα τοιχωματικά επιθηλιακά κύτταρα (Parietal Epithelial Cells, PECs) – πρόγονοι των ποδοκυττάρων – αποτυγχάνουν να αντικαταστήσουν τα χαμένα ποδοκύτταρα λόγω της πρωτεϊνουρίας. Η βλάβη που προκαλείται οδηγεί σε μια αντίδραση που προκαλεί αύξηση του σχηματισμού ουλώδη ιστού, με τη μορφή εστιακής τμηματικής σπειραματοσκλήρυνσης, και κατά συνέπεια ατροφία και απώλεια νεφρώνων (Romagnani et al., 2017).

Η σπειραματική υπερδιήθηση και η πρωτεϊνουρία εμπλέκουν ένα αυξημένο φορτίο επαναρρόφησης στα εγγύς σωληνάρια. Παράλληλα, η λευκωματουρία, το συμπλήρωμα και τα διεισδυτικά ανοσοκύτταρα επάγουν την έκκριση προφλεγμονωδών μεσολαβητών στα σωληναριακά κύτταρα προάγοντας τη διάμεση φλεγμονή, που σε συνδυασμό με την πρόοδο της εστιακής τμηματικής σπειραματοσκλήρυνσης, οδηγούν σε σωληναριακή ατροφία και διάμεση ίνωση (Ostaiza – Moreira, Parraga and Rodriguez – Farino, 2023).

Η επούλωση συνδέεται με αγγειακή «ερήμωση» και ισχαιμία. Επομένως, οι υπολειπόμενοι νεφρώνες θα πρέπει να αυξήσουν ακόμη περισσότερο το μέγεθός τους για επαρκή διήθηση, γεγονός που επιταχύνει τους μηχανισμούς προόδου της ΧΝΝ (Romagnani et al., 2017).

Οι κύριες επιπλοκές προκαλούνται από 3 μηχανισμούς (Ostaiza – Moreira, Parraga and Rodriguez – Farino, 2023):

- i. Αποθήκευση ουσιών που συνήθως απομακρύνονται από τα νεφρά
- ii. Απώλεια ομοιόστασης υγρών, ηλεκτρολυτών και ορμονικής ρύθμισης
- iii. Προοδευτική συστηματική φλεγμονή και νεφρικά αγγειακά επακόλουθα

2.6 Ουραιμικό σύνδρομο

Σε προχωρημένη χρόνια νεφρική ανεπάρκεια, τα επίπεδα ουρίας στο αίμα αυξάνονται και εμφανίζεται ουραιμικό σύνδρομο. Στο ουραιμικό σύνδρομο συμμετέχουν εκατοντάδες τοξίνες που συσσωρεύονται από την αποτυχία νεφρικής κάθαρσης. Αυτές οι τοξίνες είναι ενεργοί μεταβολίτες που έχουν τη δυνατότητα να προσβάλλουν διάφορα όργανα, οδηγώντας σε υψηλή νοσηρότητα και θνησιμότητα. Το ουραιμικό σύνδρομο χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα (Loscalzo et al., 2022):

- i. Υπερκαλιαιμία: Η υπερκαλιαιμία εμφανίζεται λόγω μείωσης της λειτουργίας απέκκρισης σε ασθενείς με ΧΝΝ σταδίου G4 – 5 και GFR μικρότερο από 20 – 25 ml / min
- ii. Οξέωση: τα νεφρά αφαιρούν ιόντα υδρογόνου είτε μέσω του αμμωνίου, είτε μέσω των οξέων. Η νεφρική ανεπάρκεια διατηρεί την ανεξάρτητη απέκκριση οξέος, αλλά μειώνει την παραγωγή και έκκριση αμμωνίας, προκαλώντας συσσώρευση οξέος. Αυτή η διαδικασία επιδεινώνεται από την υπερκαλιαιμία

2.7 Αιματολογικές αλλοιώσεις

Σε ΧΝΝ $\geq$ G3 μπορεί να εμφανιστεί νορμοκυτταρική – νορμοχρωμική αναιμία, λόγω της ανεπαρκούς παραγωγής ερυθροποιητίνης. Σε αυτήν μπορούν να προστεθούν άλλες καταστάσεις όπως χρόνια φλεγμονή (χρόνια παθολογική αναιμία), ίνωση του μυελού των οστών και μείωση του χρόνου ημιζωής των ερυθροκυττάρων λόγω ουραιμικού περιβάλλοντος. Επίσης, παρατηρείται διαφοροποίηση στην ικανότητα πήξης των αιμοπεταλίων, που παρατείνουν τις αιμορραγικές καταστάσεις, μειωμένη δραστηριότητα του στοιχείου ΙΙΙ (ιστικός παράγοντας), καθώς και μικρότερη ικανότητα ανάπτυξης και πρόσφυσης των αιμοπεταλίων (Loscalzo et al., 2022).

2.8 Νευρομυϊκή βλάβη

Σε ασθενείς με νεφρική νόσο μπορεί να εμφανιστεί αυτόνομη νευροπάθεια και εμπλοκή τόσο του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ), όσο και του περιφερικού νευρικού συστήματος (ΠΝΣ). Επίσης, μπορεί να αναπτυχθεί το «σύνδρομο ανήσυχων άκρων» και, εάν δεν αντιμετωπιστεί η νεφρική βλάβη, μπορεί να προοδεύσει σε νευροπάθεια (Loscalzo et al., 2022).

Κεφάλαιο 3^ο: Άσκηση και νεφρική νόσος

3.1 Άσκηση στη χρόνια νεφρική νόσο

Έχει αποδειχθεί ότι η σωματική άσκηση βελτιώνει την ποιότητα ζωής σε όλες τις πτυχές. Συγκεκριμένα, μιλώντας για τη ΧΝΝ, υπάρχουν κάποιες μελέτες που έχουν επαληθεύσει τον αντίκτυπό της. Μία συστηματική ανασκόπηση (2020) που συγκέντρωσε βασικές πληροφορίες από τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές, όπως η EXCITE που διεξήχθη από το 2009 έως το 2011 και περιλάμβανε συνολικά 296 ασθενείς με ανάγκες αιμοκάθαρσης στο πλαίσιο της ΧΝΝ, καθόρισε ότι ένα απλό πρόγραμμα άσκησης είναι καλώς ανεκτό, βελτιώνει την σωματική απόδοση και σταθεροποιεί τη γνωστική λειτουργία σε ασθενείς με νεφρική νόσο (Mallamaci, Pisano and Triperi, 2020).

3.2 Τύποι, διάρκεια και δόση άσκησης

3.2.1 Τύποι άσκησης

Η πιο κοινή μορφή προπόνησης άσκησης είναι η αερόβια, όπως η ποδηλασία, το περπάτημα και η κολύμβηση. Υπάρχουν μερικές μελέτες που έχουν συνταγογραφήσει μόνο προπόνηση με αντιστάσεις, αλλά πολλές υποστηρίζουν έναν συνδυασμό προπόνησης αντοχής και αντίστασης με τη χρήση μηχανημάτων, βαρών ή ιμάντων. Η ασκήσεις ισορροπίας σε συνδυασμό με την αερόβια προπόνηση έχει αποδειχθεί ότι είναι εξίσου αποτελεσματική με έναν συνδυασμό προπόνησης με αντιστάσεις και αερόβιας άσκησης (Abdelaal and Abdulaziz, 2019; Hellberg et al., 2019). Συμπληρωματική και εναλλακτική άσκηση για την ενίσχυση της σωματικής ευεξίας έχει χρησιμοποιηθεί επίσης με επιτυχία σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Μια RCT που περιλάμβανε 31 ασθενείς διαπίστωσε ότι 12 εβδομάδες γιόγκα είχε ως αποτέλεσμα μη – σημαντική βελτίωση στην αυτοαξιολογημένη φυσική λειτουργία (Birdee et al., 2015). Μια μη – RCT που περιλάμβανε 172 ασθενείς βρήκε σημαντικά λιγότερη κόπωση στην ομάδα που προπονούνταν σε τσιγκόνγκ σε σύγκριση με την ομάδα – ελέγχου μετά από 6 μήνες (Wu et al., 2014). Τέλος, μια συστηματική ανασκόπηση που μελέτησε την επίδραση της

εκγύμνασης εισπνευστικών μυών για διάρκεια 6 – 24 εβδομάδες σε 134 ασθενείς ανέφερε σημαντική βελτίωση στη δοκιμή 6λεπτης βάδισης (6 Minute Walk Test, 6MWT) (de Medeiros et al., 2017).

Οι βέλτιστες συστάσεις για άσκηση για ασθενείς με ΧΝΝ δεν έχουν καθοριστεί (Johansen, 2005; Johansen and Painter, 2012); Ωστόσο, μια εκτενής συστηματική ανασκόπηση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η τακτική άσκηση, ανεξάρτητα από τον τύπο, τη διάρκεια ή την ένταση, είναι ευεργετική σε ασθενείς με ΧΝΝ (Heiwe and Jacobson, 2014). Φυσικές δραστηριότητες που αξιοποιούν μεγάλες μυϊκές ομάδες και που μπορούν να διατηρούνται συνεχώς, όπως το περπάτημα, είναι πιο αποτελεσματικές, αν και θα πρέπει πρόσθετα να χρησιμοποιείται προπόνηση με αντιστάσεις για τη βελτίωση της μυϊκής μάζας και δύναμης, και κατά συνέπεια της λειτουργικής ικανότητας (για παράδειγμα, βάδιση). Επιπλέον, η ενδοσυνεδριακή άσκηση, χρησιμοποιώντας ένα ειδικά σχεδιασμένο κύκλο – εργόμετρο, είναι διαθέσιμη σε ορισμένες νεφρικές μονάδες και προσφέρει ευκαιρία για εποπτευόμενη άσκηση (Smith and Burton, 2012).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα είδη άσκησης που συνιστώνται σε ασθενείς με νεφρική νόσο. Συνοπτικά, οι ασθενείς με νεφρική νόσο θα πρέπει να στοχεύουν σε συνδυασμό αερόβιων ασκήσεων, ασκήσεων με αντιστάσεις και ασκήσεων ευλυγισίας (Smart et al., 2013).

Πίνακας 2: Είδος συνιστώμενων ασκήσεων σε ασθενείς με νεφρική νόσο. Ανάκτηση από: Smart NA, Williams AD, Levinger I, et al. Exercise and Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise and chronic kidney disease. J Sci Med Sport 2013;16(5):406-11

ΤΥΠΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΕΝΤΑΣΗ		ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
Αερόβια (αντοχής) Αντίσταση (δύναμη) Ευλυγισία (διατάσεις)	Η αναπνοή και ο καρδιακός ρυθμός θα πρέπει να αυξηθούν δυσκολεύοντας την ομιλία κατά τη διάρκεια της άσκησης		5 – 7 ημέρες ανά εβδομάδα	30 λεπτά ανά ημέρα

ΤΥΠΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ	ΕΝΤΑΣΗ
Προπόνηση άσκησης με αντιστάσεις (για παράδειγμα άρση	2 μη – συνεχόμενες ημέρες	1 σετ μέχρι να επέλθει κούραση	8 – 10 ασκήσεις δίνοντας προτεραιότητα σε	Βάρος που μπορεί να ανυψωθεί για 12

βαρών)			κύριες μυϊκές ομάδες	– 15 επαναλήψεις
--------	--	--	----------------------	------------------

3.2.3 Διάρκεια και δόση άσκησης

Οι περισσότερες μελέτες συνταγογραφούν 20 – 60 λεπτά προπόνησης άσκησης δύο έως τρεις φορές την εβδομάδα. Μερικές μελέτες που ακολουθούν τις συστάσεις του ΠΟΥ προβλέπουν μια εβδομαδιαία δόση άσκησης 150 λεπτών μέτριας – έντασης δραστηριότητας με δραστηριότητες μυϊκής ενδυνάμωσης που να περιλαμβάνουν τουλάχιστον τις κύριες μυϊκές ομάδες δύο φορές την εβδομάδα (Clyne and Anding – Rost, 2021). Κατά την συνταγογράφηση της δόσης και της έντασης της άσκησης είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι πολλοί ασθενείς με ΧΝΝ μπορεί να είναι σε πολύ κακή φυσική κατάσταση, ευπαθείς και αδύναμοι και, ως εκ τούτου, μπορούν να διαχειριστούν μόνο σύντομες συνεδρίες φυσικής δραστηριότητας έως και 10 λεπτών ανά ημέρα, για αρχή. Ωστόσο, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι ακόμη και μικρές δόσεις φυσικής δραστηριότητας προσφέρουν σημαντικά οφέλη για την υγεία, και ότι ακόμη και 40 ή 90 λεπτά φυσικής δραστηριότητας την εβδομάδα έχει αποδειχθεί ότι, σε άτομα με χρόνιες παθήσεις, μειώνει τη θνησιμότητα από όλες τις αιτίες. Επιπλέον, τα ανενεργά άτομα μπορούν να έχουν μεγαλύτερο όφελος από χαμηλής έως μέτριας – έντασης φυσική δραστηριότητα. Επομένως είναι σημαντικό οι ασθενείς να ενθαρρύνονται να είναι σωματικά δραστήριοι, με τη δόση και την ένταση της δραστηριότητας να προσαρμόζεται στο επίπεδο λειτουργικής ικανότητας και φυσικής λειτουργίας του κάθε ασθενή (Warburton and Bredin, 2016).

3.2.4 Τυπική συνεδρία άσκησης

Κάθε συνεδρία άσκησης θα πρέπει να περιλαμβάνει (Smart et al., 2013):

- Άσκηση προθέρμανσης 5 – 10 λεπτών πριν από την κύρια φάση της άσκησης, με ασκήσεις που περιλαμβάνουν: ελαφριά αερόβια άσκηση και ασκήσεις διατάσεων
- Κύρια φάση άσκησης που περιλαμβάνει αερόβια άσκηση που στοχεύει μεγάλες μυϊκές ομάδες με ασκήσεις που περιλαμβάνουν περπάτημα, τζόκινγκ, ποδηλασία ή κολύμβηση

Για ασθενείς που υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης είναι δυνατή η άσκηση κατά τη διάρκεια της συνεδρίας αιμοκάθαρσης. Ωστόσο μπορεί να είναι περισσότερο βολικό για τους ασθενείς να ασκούνται τις ημέρες χωρίς αιμοκάθαρση (Smart et al., 2013).

3.3 Κατευθυντήριες οδηγίες άσκησης στη χρόνια νεφρική νόσο

3.3.1 Άσκηση σε ασθενείς με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης (G1 – 5)

Η τακτική σωματική δραστηριότητα και η άσκηση συνδέονται με πολυάριθμα οφέλη σωματικής και ψυχικής υγείας στο γενικό πληθυσμό. Η τακτική άσκηση οδηγεί σε μείωση της θνησιμότητας από όλες τις αιτίες, καθώς και του κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών παραγόντων κινδύνου, όπως αυξήσεις στην αρτηριακή πίεση. Σύμφωνα με τις τρέχουσες συστάσεις, η βελτίωση των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας οδηγεί σε μειωμένο κίνδυνο ανάπτυξης σακχαρώδη διαβήτη, εγκεφαλικού επεισοδίου και ορισμένων μορφών καρκίνου (για παράδειγμα, καρκίνο του παχέος εντέρου και του μαστού) (Garber et al., 2011). Με τα οφέλη στο γενικό πληθυσμό να είναι σαφή, η έρευνα έχει επικεντρωθεί στην διερεύνηση της παρουσίας οφελών σε ασθενείς με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης (Baker et al., 2022).

Η ΧΝΝ είναι μια μακροχρόνια πάθηση με ένα σημαντικό ποσοστό των προσβεβλημένων ατόμων να μην προοδεύουν σε ESRD, όπου απαιτείται θεραπεία νεφρικής υποκατάστασης (Renal Replacement Therapy, RRT), και επομένως παραμένουν στα στάδια 1 – 4 της νόσου. Αυτός ο πληθυσμός ασθενών υποφέρει από υψηλή επιβάρυνση των συμπτωμάτων, μειωμένη σωματική λειτουργία και μειωμένα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας (MacKinnon et al., 2018). Τέτοιοι παράγοντες συνδέονται με μειωμένη ποιότητα ζωής και πιο πρόσφατα με αυξημένα επίπεδα θνησιμότητας από όλες τις αιτίες, αυξημένο κίνδυνο θνησιμότητας από καρδιαγγειακά επεισόδια και αυξημένο κίνδυνο ταχείας έκπτωσης των λειτουργιών των νεφρών (Morishita, Tsubaki and Shirai, 2017). Ως εκ τούτου, οι παρεμβάσεις σωματικής δραστηριότητας και άσκησης σε αυτόν τον πληθυσμό μπορεί να προσφέρουν μια ευκαιρία για την ανακούφιση των συμπτωμάτων, βραχυπρόθεσμα, βελτίωση της ποιότητας ζωής, την αναχαίτιση της πρόοδο της νόσου και την μείωση του κινδύνου θνησιμότητας (Watson et al., 2020).

Σε ασθενείς με ΧΝΝ G1 – 5 συνιστάται κατάλληλη αυτοδιαχείριση και ένας υγιεινός τρόπος ζωής με στόχο την ελαχιστοποίηση της επιβάρυνσης των συμπτωμάτων και τη μείωση του κινδύνου προόδου της νεφρικής νόσου και των καρδιαγγειακών επεισοδίων. Το βασικό συστατικό των γενικευμένων συμβουλών για τον τρόπο ζωής είναι η έννοια της σωματικής δραστηριότητας. Η σωματική αδράνεια είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες κινδύνου θνησιμότητας στο γενικό πληθυσμό (Bellizzi et al., 2014) με πολλές μελέτες να έχουν δείξει ότι η σωματική δραστηριότητα σχετίζεται με ένα λιγότερο επιβλαβές προφίλ καρδιαγγειακού κινδύνου (Archer and Blair, 2011; Yusuf et al., 2014) παράλληλα με αυξημένη ποιότητα ζωής. Αύξηση των επιπέδων άσκησης και σωματικής δραστηριότητας αποτελεί μια βιώσιμη επιλογή για την αντιμετώπιση πολλών από τους υποκείμενους παράγοντες που επηρεάζουν τον πληθυσμό ασθενών με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Επομένως, οι κατευθυντήριες οδηγίες του Πίνακα 2 αναφέρονται στην σχέση μεταξύ της σωματικής δραστηριότητας, της άσκησης και των συναφών παραγόντων τρόπου ζωής (κάπνισμα, κατανάλωση αλκοόλ και φαρμάκων) σε κλινικά και αναφερόμενα αποτελέσματα ενήλικων ασθενών με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης (Baker et al., 2022).

Πίνακας 3: Συστάσεις – Κατευθυντήριες οδηγίες άσκησης / σωματικής δραστηριότητας για ασθενείς με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75

Συνιστάται να ενθαρρύνεται η σωματική δραστηριότητα σε άτομα με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης, όταν δεν υπάρχουν αντενδείξεις και με σταθερές ελεγχόμενες συννοσηρότητες

Συνιστάται σε ασθενείς με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης να ακολουθούν τις Κατευθυντήριες Οδηγίες περί σωματικής δραστηριότητας της “UK Chief Medical Officers” ελαφρώς προσαρμοσμένες σε αυτόν τον πληθυσμό

- Συμμετοχή σε καθημερινή σωματική δραστηριότητα
- Διατήρηση ή βελτίωση της φυσικής λειτουργίας με την ανάληψη δραστηριοτήτων που στοχεύουν στη βελτίωση ή τη διατήρηση της μυϊκής δύναμης, της ισορροπίας και της ευλυγισίας (τουλάχιστον 2 ημέρες την εβδομάδα)
- Στόχος: 150 λεπτά μέτριας – έντασης αερόβιας δραστηριότητας την εβδομάδα, η οποία να αυξάνεται σταδιακά από τα τρέχοντα επίπεδα. Σε δραστήριους ασθενείς συνιστώνται 75 λεπτά έντονης – έντασης δραστηριότητα ανά εβδομάδα ή συνδυασμός μέτριας – έντονης έντασης δραστηριότητας
- Διακοπή παρατεταμένων περιόδων καθιστικής ζωής με ελαφριά δραστηριότητα όταν είναι σωματικά δυνατό

Η αύξηση της σωματικής δραστηριότητας ή των επιπέδων άσκησης σε ασθενείς με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση θα συμβάλλουν στα ακόλουθα:

-
- Βελτιώσεις στην αρτηριακή πίεση
 - Βελτιώσεις στη φυσική λειτουργία και ικανότητα
 - Βελτιώσεις στους λειτουργικούς περιορισμούς
 - Βελτιώσεις στην ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία
-

Προτείνεται ότι η άσκηση μπορεί να βελτιώσει την ψυχική ευεξία, για παράδειγμα, συμπτώματα κατάθλιψης και άγχους

Συνιστάται ένα συνταγογραφούμενο πρόγραμμα προπόνησης που να συνδυάζει αερόβια άσκηση και άσκηση μυϊκής ενδυνάμωσης για τη βελτίωση της μυϊκής λειτουργίας

Έρευνες – Μελέτες

Μεταξύ των τροποποιήσιμων παραγόντων κινδύνου του τρόπου ζωής, η σωματική αδράνεια θεωρείται ότι παίζει θεμελιώδη ρόλο στις περισσότερες χρόνιες ασθένειες. Το θέμα είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε ασθενείς με ΧΝΝ, μία κατηγορία ασθενών στην οποία η επιδεινωμένη φυσική κατάσταση και η ευπάθεια (μία από τις κύριες συνέπειες της σωματικής αδράνειας) συνδέονται έντονα με δυσμενή πρόγνωση και μειωμένη ποιότητα ζωής (Mallamaci, Pisano and Triperi, 2020).

Σε μια συστηματική ανασκόπηση του Barcellos και των συνεργατών του (2015), η οποία συμπεριλάμβανε 11 τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές (Randomized Controlled Trial, RCT) σε ασθενείς σε φάση προ – αιμοκάθαρσης, αξιολογήθηκε η επίδραση διαφόρων προγραμμάτων σωματικής άσκησης σε μια σειρά από αποτελέσματα. Σε αυτό το άρθρο, μεταξύ των τριών μελετών που μελέτησαν τη φλεγμονή ως τελικό σημείο, μόνο η μελέτη του Castaneda και των συνεργατών του (2004) βρήκε μια θετική επίδραση της προπόνησης με άσκηση με αντιστάσεις στα κυκλοφορούντα επίπεδα της C – αντιδρώσας πρωτεΐνης (C – Reactive Protein, CRP) και της ιντερλευκίνης – 6 (Interleukin – 6, IL – 6). Η ίδια συστηματική ανασκόπηση κατέγραψε επίσης μια ευεργετική επίδραση της σωματικής άσκησης στην κατανάλωση οξυγόνου (VO_{2peak} , δηλαδή του μέγιστου ρυθμού κατανάλωσης οξυγόνου κατά την άσκηση) σε πέντε μελέτες και στην ποιότητα ζωής σε δύο μελέτες (Barcellos et al., 2015). Αυτά τα αποτελέσματα συμβαδίζουν με αυτά που αναφέρθηκαν σε μια πρόσφατη μετά – ανάλυση που επικεντρώθηκε στην προπόνηση με αερόβια άσκηση σε ενήλικες με ΧΝΝ, η οποία τεκμηρίωσε ότι αυτή η παρέμβαση βελτίωσε τη VO_{2peak} και την ποιότητα ζωής σε ασθενείς με ΧΝΝ (Pei et al., 2019).

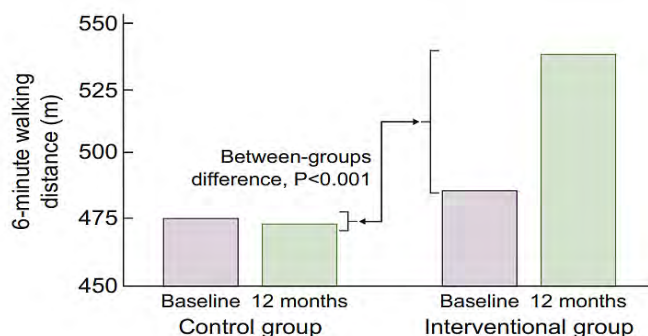
Μια άλλη μελέτη του Castaneda και των συνεργατών του (2001) ανέφερε μια ευεργετική επίδραση της προπόνησης με άσκηση με αντιστάσεις σε συνδυασμό με μια διαίτα χαμηλής –

περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες σχετικά με τις διαχρονικές αλλαγές του εκτιμώμενου ρυθμού σπειραματικής διήθησης (estimated Glomerular Filtration Rate, eGFR) σε ασθενείς με ΧΝΝ. Σε αυτή την τελευταία μετά – ανάλυση, σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα (12 εβδομάδες), ο eGFR αυξήθηκε στην ομάδα που ακολουθούσε προπόνηση με άσκηση με αντιστάσεις (+1,2 mL / min) και μειώθηκε στην ομάδα – ελέγχου (- 1,6 mL / min), με τη διαφορά μεταξύ των ομάδων (2,8 mL / min) να ήταν στατιστικά σημαντική ($P = 0,048$) (Pei et al., 2019). Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώθηκε σε μια πρόσφατη μετά – ανάλυση από τον Zhang και τους συνεργάτες του (2019), που συμπεριλάμβανε 13 RCTs με συνολικά 421 ασθενείς με ΧΝΝ. Σε αυτή την μετά – ανάλυση, η θεραπευτική άσκηση προκάλεσε αύξηση του eGFR (+ 2,6 mL / min), η οποία ήταν παρόμοιου μεγέθους με αυτή που παρατηρήθηκε στη μελέτη του Castaneda και των συνεργατών του (2001). Η μελέτη του Zhang και των συνεργατών του (2019) έδειξε επίσης ότι οι ασθενείς στην ομάδα άσκησης είχαν σημαντική μείωση της αρτηριακής πίεσης (ΣΑΠ: 5,6 mmHg, διαστολική αρτηριακή πίεση [ΔΑΠ]: 2,9 mmHg) και του δείκτη μάζας σώματος [ΔΜΣ]: 1,3 kg / m²) σε σύγκριση με τους ασθενείς στην ομάδα – ελέγχου, αλλά δεν ανέφεραν σημαντική επίδραση της παρέμβασης στις τιμές της κρεατινίνης, της ολικής χοληστερόλης, της HDL – χοληστερόλης και της LDL – χοληστερόλης σε ασθενείς με ΧΝΝ.

Ένα άλλο ενδιαφέρον ζήτημα είναι εάν ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης συνδέεται με καλύτερα κλινικά αποτελέσματα σε ασθενείς ΧΝΝ σε σύγκριση με ένα πρόγραμμα ισορροπίας. Σε μια RCT (η μελέτη RENEXC), οι συγγραφείς συνέκριναν τα αποτελέσματα δύο διαφορετικών προγραμμάτων άσκησης σχετικά με την σωματική απόδοση, τον GFR και την λευκωματουρία σε 151 ασθενείς με ΧΝΝ G3 – 5, οι οποίοι κατανεμήθηκαν τυχαία στην ομάδα προπόνησης ισορροπίας ($n = 75$) και στην ομάδα προπόνησης ενδυνάμωσης ($n = 76$). Από κοινού, και στις δύο ομάδες συνταγογραφήθηκε άσκησης 30 λεπτών την ημέρα, 5 ημέρες / εβδομάδα, για 12 μήνες. Οι προβλεπόμενες ασκήσεις περιλάμβαναν επίσης 60 λεπτά / εβδομάδα προπόνηση αντοχής και 90 λεπτά / εβδομάδα προπόνηση ενδυνάμωσης ή ισορροπίας. Σε αυτή τη δοκιμή, τα αποτελέσματα στη σωματική απόδοση δεν διέφεραν μεταξύ των δύο ομάδων της μελέτης. Ωστόσο, μια ανάλυση εντός της ομάδας έδειξε ότι 12 μήνες τακτικής προπόνησης ενδυνάμωσης ή ισορροπίας σε συνδυασμό με προπόνηση αντοχής βελτίωσε ή διατήρησε την συνολική και μυϊκή αντοχή και δύναμη σε ασθενείς με ΧΝΝ G3 – 5. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ασθενείς στην ομάδα προπόνησης ενδυνάμωσης επεδείκνυαν σημαντική μείωση της λευκωματουρίας (33%) σε σύγκριση με αυτούς στην ομάδα προπόνησης ισορροπίας, ενώ η

μεταβολή του GFR ήταν σχεδόν πανομοιότυπη στις δύο ομάδες ($P = 0,90$). Επομένως, 12 μήνες είτε προπόνησης ενδυνάμωσης είτε προπόνησης ισορροπίας βελτίωσε την σωματική απόδοση και μπορεί να είχε ευεργετικές επιδράσεις στην πρόοδο της ΧΝΝ (Hellberg et al., 2019).

Μια άλλη RCT διερεύνησε την επίδραση της παρέμβασης στον τρόπο ζωής έναντι της συνήθους φροντίδας με μέτρηση του μεταβολικού ισοδύναμου της εργασίας (Metabolic Equivalent Task, MET), της απόστασης της 6λεπτης βάρδισης και άλλες ανθρωπομετρικές μετρήσεις σε 72 ασθενείς με ΧΝΝ G3 – 4. Η προπόνηση άσκησης περιλάμβανε ένα πρόγραμμα δύο φάσεων στο οποίο οι ασθενείς έλαβαν 8 εβδομάδες εποπτευόμενης προπόνησης πριν από την έναρξη 10μηνης κατ' οίκο προπόνησης. Οι ασθενείς στην ομάδα – παρέμβασης εμφάνισαν σημαντική βελτίωση του MET και της απόστασης 6λεπτης βάρδισης σε σύγκριση με αυτούς της ομάδας – ελέγχου, ενώ μεταξύ των ομάδων αλλαγές στον eGFR, στο ΔΜΣ, στην αναλογία λευκοματίνης ούρων : κρεατινίνης και στην αρτηριακή πίεση δεν διέφεραν μεταξύ τους. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η απόσταση 6λεπτης βάρδισης αυξήθηκε (+ 11%) στην ομάδα – παρέμβασης (βασική τιμή: 485 m, 12 μήνες: 539 m), ενώ παρέμεινε αμετάβλητη στην ομάδα – ελέγχου (βασική τιμή: 475 m, 12 μήνες: 472 m) (Εικόνα 1) (Howden et al., 2015).



Εικόνα 1: Επίδραση της παρέμβασης στον τρόπο ζωής στην πρόοδο της ΧΝΝ μέσω της μέτρησης της απόστασης 6λεπτης βάρδισης. Ανάκτηση από: Howden EJ, Coombes JS, Strand H et al. Exercise training in CKD: efficacy, adherence, and safety. *Am J Kidney Dis* 2015; 65: 583–591

Η επίδραση της σωματικής άσκησης ως πιθανή στρατηγική για τη μείωση της αρτηριακής πίεσης σε ασθενείς με ΧΝΝ διερευνήθηκε πρόσφατα σε μια άλλη συστηματική ανασκόπηση. Σε αυτό το άρθρο, οι συγγραφείς εξέτασαν την επίδραση της άσκησης στον έλεγχο

της αρτηριακής πίεσης σε ενήλικες ασθενείς με ΧΝΝ G3 – 5. Συνολικά συμπεριλήφθηκαν 12 μελέτες με 505 συμμετέχοντες. Δέκα δοκιμές (συνολικά 335 συμμετέχοντες) που ανέφεραν μη – περιπατητική ΣΑΠ υποβλήθηκαν σε μετά – ανάλυση. Η άσκηση συσχετίστηκε με σημαντική μείωση της μη – περιπατητικής ΣΑΠ βραχυπρόθεσμα (12 – 26 εβδομάδες) αλλά όχι μακροπρόθεσμα (48 – 52 εβδομάδες). Στις δύο δοκιμές που μέτρησαν την περιπατητική αρτηριακή πίεση, η συνολική επίδραση της άσκησης στη ΣΑΠ δε διέφερε από αυτή που παρατηρήθηκε στην ομάδα – ελέγχου (Thompson et al., 2019).

3.3.2 Άσκηση σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση και περιτοναϊκή κάθαρση

Οι συστάσεις σωματικής δραστηριότητας και άσκησης για άτομα με ESRD που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 (Baker et al., 2022)

Πίνακας 4: Συστάσεις – Κατευθυντήριες οδηγίες άσκησης / σωματικής δραστηριότητας για ασθενείς με ESRD που υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75

Συνιστάται να ενθαρρύνεται η σωματική δραστηριότητα και η άσκηση σε άτομα με ESRD που υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης, όταν δεν υπάρχουν αντενδείξεις

Στόχος: 150 λεπτά μέτριας – έντασης δραστηριότητα την εβδομάδα (ή 75 λεπτά έντονης – έντασης δραστηριότητα) ή έναν συνδυασμό μέτριας – έντονης έντασης δραστηριότητας. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει συνδυασμό δια – και ενδο – συνεδριακή άσκησης

- Προτείνεται ότι η επαρκής σωματική δραστηριότητα μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων και θνησιμότητας από όλες τις αιτίες
 - Προτείνεται ότι η αυξημένη φυσική δραστηριότητα ή η άσκηση μπορεί να έχει ευνοϊκές επιδράσεις στην αρτηριακή πίεση
-

Η άσκηση κατά τη διάρκεια της συνεδρίας αιμοκάθαρσης (ενδοσυνεδριακή άσκηση) είναι ασφαλής, απουσία αντενδείξεων και συνιστάται να είναι διαθέσιμες σε όλες τις μονάδες:

- Για τη βελτίωση της καρδιαγγειακής υγείας και της φυσικής λειτουργίας
 - Για τη βελτίωση της μυϊκής δύναμης
 - Για την μείωση των νοσηλειών
 - Για τη βελτίωση των λιπιδικών προφίλ
 - Για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της θεραπείας κάθαρσης
-

Προτείνεται η εποπτεία και η καθοδήγηση των προγραμμάτων φυσικής δραστηριότητας και άσκησης

Συνιστάται αντιμετώπιση των εμποδίων του ασθενή και του προσωπικού για τη βελτιστοποίηση της συμμετοχής και της τήρησης του προγράμματος

Κατά την εφαρμογή ενδοσυνεδριακής άσκησης σε μονάδες αιμοκάθαρσης προτείνονται οι παρακάτω κατευθυντήριες οδηγίες (τροποποιήσεις των κατευθυντήριων οδηγιών για την εφαρμογή ενδοσυνεδριακής άσκησης της “Renal Association Clinical Practice Guideline on Hemodialysis”) (Ashby et al., 2019; Baker et al., 2022) (Πίνακας 4).

Πίνακας 5: Συστάσεις – Κατευθυντήριες οδηγίες ενδοσυνεδριακής άσκησης για ασθενείς με ESRD που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75

Η άσκηση θα πρέπει να είναι εποπτευόμενη από κατάλληλα εκπαιδευμένο ιατρό για μέγιστη συμμόρφωση και αποτελεσματικότητα

Η άσκηση θα πρέπει να παρέχεται από στατικό κύκλο – εργόμετρο

Στόχος: 30 λεπτά κατά τη διάρκεια κάθε συνεδρίας αιμοκάθαρσης (3 φορές την εβδομάδα). Προτείνεται η αποφυγή άσκησης κατά τα πρώτα 30 λεπτά της θεραπευτικής συνεδρίας

Η άσκηση θα πρέπει να εκτελείται σε μέτρια ένταση (μεταξύ 12 και 14 της κλίμακας αξιολόγησης αντιληπτής προσπάθειας [Rating of Perceived Exertion, RPE] του Borg). Αυτό θα ενισχύει την τήρηση και την συμμόρφωση σε νέους ασκούμενους

Η άσκηση μπορεί να προοδεύσει σταδιακά αυξάνοντας τη διάρκεια, την συχνότητα και την ένταση

Δεν υπάρχουν αντενδείξεις για την άσκηση στο τελευταίο μισό της θεραπείας αιμοκάθαρσης

Μπορεί να προστεθεί προπόνηση με ασκήσεις με αντιστάσεις (για παράδειγμα, TeraBands ή / και ανύψωση βαρών στον αστράγαλο), συμπεριλαμβανομένων ασκήσεων του κάτω ή πάνω μέρους του σώματος. Δεν υπάρχουν στοιχεία δυσμενών επιπτώσεων στην αγγειακή πρόσβαση από την εκτέλεση ελαφριάς άσκησης με αντιστάσεις στο πάνω μέρος του σώματος

Μόλις οι ασθενείς εξοικειωθούν με την ενδοσυνεδριακή άσκηση θα πρέπει να ενθαρρύνονται να πραγματοποιούν πρόσθετη άσκηση τις ημέρες χωρίς αιμοκάθαρση

Για τη διατήρηση της συμπεριφοράς άσκησης, θα πρέπει να εφαρμοστούν συμπεριφορικές στρατηγικές όπως κοινωνική υποστήριξη, καθορισμός στόχων αποτελεσμάτων, διδασκαλία (μοντελοποίηση) συμπεριφορών άσκησης και παρακινητική συνέντευξη

Όπου είναι δυνατόν, τα προγράμματα άσκησης θα πρέπει να εξατομικεύονται στις ανάγκες των συμμετεχόντων

Οι ασθενείς πρέπει να αποφεύγουν την άσκηση:

- Λιγότερο από 3 μήνες από την έναρξη της αιμοκάθαρσης
 - Εάν έχουν κάποια μη – ελεγχόμενη ιατρική κατάσταση (κλινικά ασταθείς ασθενείς) συμπεριλαμβανομένης λοίμωξης ή πυρετού, πρόσφατου (εντός 2 εβδομάδων) εμφράγματος του μυοκαρδίου ή αδιάγνωστου πόνου στο στήθος
 - Εάν έχουν αντιληπτά σωματικά ή ψυχολογικά εμπόδια που τους εμποδίζουν να συμμετέχουν σε προγράμματα άσκησης
 - Σε ασθενείς με ασταθή ισχαιμία, μη – αντιρροπούμενη καρδιακή ανεπάρκεια, μη – ελεγχόμενες αρρυθμίες, σοβαρή και συμπτωματική αορτική στένωση, υπετροφική
-

μυοκαρδιοπάθεια ή καρδιομυοπάθεια από πρόσφατη μυοκαρδίτιδα, σοβαρή πνευμονική υπέρταση ή άλλες καταστάσεις που θα μπορούσαν να επιδεινωθούν από την άσκηση (για παράδειγμα, ΣΑΠ > 200 mmHg ή ΔΑΠ > 110 mmHg, ενεργή ή ύποπτη μυοκαρδίτιδα ή περικαρδίτιδα, ύποπτο ή γνωστό διαχωριστικό ανεύρυσμα, θρομβοφλεβίτιδα και πρόσφατη συστηματική ή πνευμονική εμβολή)

- Εάν έχουν συμπτωματική υπέρταση ή υπόταση
-

Έρευνες – Μελέτες

Οι ασθενείς με ESRD που υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης εμφανίζουν αυξημένο κίνδυνο νοσηρότητας και θνησιμότητας, ο οποίος οφείλεται εν μέρει σε επιπλοκές που σχετίζονται με τη μειωμένη φυσική λειτουργία (Tentori et al., 2010). Πολλές μελέτες που επικεντρώθηκαν σε όλο το φάσμα της ΧΝΝ υποδηλώνουν μια ευεργετική επίδραση της άσκησης στην σωματική απόδοση και στα τελικά σημεία της υγείας (Hellberg et al., 2019; Manfredini et al., 2017; Wilkinson et al., 2019). Μέχρι σήμερα, οι περισσότερες συστηματικές ανασκοπήσεις και μετά – αναλύσεις περιλαμβάνουν RCTs με προγράμματα σωματικής άσκησης ως εποπτευόμενη προπόνηση που πραγματοποιείται στο θεραπευτικό κέντρο, δηλαδή κατά τη διάρκεια των ενδο – ή δια – συνεδριακών θεραπειών κάθαρσης (Huang et al., 2019; Salhab et al., 2019). Συνολικά, αυτές οι δοκιμές τεκμηρίωσαν μια βελτίωση στην αερόβια ικανότητα και την ικανότητα βάδισης και στην ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία. Σε μια πολυκεντρική κλινική δοκιμή που περιλάμβανε 171 ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση, ένα πρόγραμμα άσκησης με αντιστάσεις, χρησιμοποιώντας ελαστικές ταινίες σε καθιστή θέση, κατά την πρώτη ώρα της συνεδρίας της αιμοκάθαρσης παρήγαγε μια αντικειμενική βελτίωση στη φυσική λειτουργία (Bennett et al., 2016).

Παρά τα θετικά αυτά ευρήματα, εξακολουθούν να υπάρχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να εφαρμόζεται η προπόνηση άσκησης (στο κέντρο ή στο σπίτι) στον πληθυσμό που υποβάλλεται σε αιμοκάθαρση. Δεδομένου ότι τα προβλήματα οργάνωσης και κόστους που σχετίζονται με τις ενδοσυνεδριακές μεθόδους είναι δύσκολο να ξεπεραστούν, η κατ' οίκο άσκηση πρέπει σταδιακά να περιλαμβάνεται στο πρόγραμμα προπόνησης των κέντρων αιμοκάθαρσης για την αύξηση της συμμόρφωσης των ασθενών και

της σκοπιμότητας τέτοιων παρεμβάσεων. Μέχρι σήμερα, λίγες RCTs έχουν επικεντρωθεί σε προγράμματα άσκησης – βάρδιας αξιολογώντας την ικανότητα βάρδιας ως μέτρο έκβασης. Πρόσφατα μια ανασκόπηση του Bohm και των συνεργατών του (2019) προσδιόρισε σχετικές μελέτες που αξιολόγησαν τον ρόλο της της αερόβιας άσκησης / άσκησης με αντιστάσεις στα αναφερόμενα αποτελέσματα των ασθενών, συμπεριλαμβανομένης της πρόσφατης πολυκεντρικής RCT που εξέτασε μια χαμηλής – έντασης κατ' οίκο άσκησης – βάρδιας και σημείωσε μια σημαντική αύξηση της απόστασης βάρδιας και μια σημαντική βελτίωση στις γνωστικές και σωματικές λειτουργίες (Mandredini et al., 2017).

3.3.3 Ασθενείς με μεταμόσχευση νεφρού

Η μεταμόσχευση νεφρού είναι η προτιμώμενη μορφή RRT για ασθενείς με ESRD (Takahashi, Hu and Bostom, 2018). Συχνά η μεταμόσχευση νεφρού έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην ποιότητα ζωής (Quality of Life, QoL) (Jansz et al., 2018) και στο συνολικό ποσοστό επιβίωσης (Schold et al., 2014) σε σύγκριση με τη θεραπεία κάθαρσης. Παρόλα αυτά, οι ασθενείς με μεταμόσχευση νεφρού επιβαρύνονται λόγω του υψηλού καρδιαγγειακού κινδύνου λόγω της αυξημένης επικράτησης παραδοσιακών και ειδικών παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου (Takahashi, Hu and Bostom, 2018). Η αύξηση του σωματικού βάρους, η παχυσαρκία, ο σακχαρώδης διαβήτης, η υπέρταση και το μεταβολικό σύνδρομο είναι κυρίαρχα χαρακτηριστικά σε αυτούς τους ασθενείς και σχετίζονται με δυσμενή αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένου του πρόωρου θανάτου, των καρδιαγγειακών επεισοδίων και της απώλειας μοσχεύματος (Locke et al., 2017). Σε λήπτες μοσχευμάτων νεφρού (Kidney Transplant Recipients, KTRs) η καρδιαγγειακή νόσος (Cardiovascular Disease, CVD) παραμένει μια από τις κύριες αιτίες θνησιμότητας, αντιπροσωπεύοντας το 17% των συνολικών θανάτων (Neale and Smith, 2015). Οι KTRs έχουν ένα ποσοστό θνησιμότητας περίπου 5 – 10 φορές μεγαλύτερο από το γενικό πληθυσμό (Didsbury et al., 2013). Επίσης, η ανοσοκατασταλτική θεραπεία μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη δυσμεταμπολισμού και επιδείνωσης της σαρκοπενίας (Yanishi, 2017), με την χαμηλή μυϊκή μάζα να συσχετίζεται με κακή επιβίωση μετά από μεταμόσχευση νεφρού (Chan et al., 2019).

Η κατάλληλη αυτοδιαχείριση και ένας υγιεινός τρόπος ζωής συνιστώνται στους KTRs και αντιπροσωπεύουν σχετιζόμενες πτυχές της κλινικής φροντίδας με στόχο τον έλεγχο αυτών των βασικών παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου και τη διατήρηση της λειτουργίας του

μοσχεύματος. Ένα βασικό συστατικό της γενικευμένης συμβουλευτικής σχετικά με έναν υγιεινό τρόπο ζωής είναι η προώθηση της σωματικής δραστηριότητας. Η αύξηση των επιπέδων άσκησης και σωματικής δραστηριότητας είναι μια επιλογή για την αντιμετώπιση πολλών από τους υποκείμενους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου σε KTRs. Οι συστάσεις σωματικής δραστηριότητας και άσκησης για άτομα με μεταμόσχευση νεφρού παρουσιάζονται στον Πίνακα 5 (Baker et al., 2022).

Πίνακας 6: Συστάσεις – Κατευθυντήριες οδηγίες φυσικής δραστηριότητας / άσκησης για ασθενείς με μεταμόσχευση νεφρού. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75

Συνιστάται ενθάρρυνση της φυσικής δραστηριότητας σε KTRs, όταν δεν υπάρχουν αντενδείξεις

Προτείνεται ότι η επαρκής φυσική δραστηριότητα, πριν και μετά την μεταμόσχευση, μπορεί να μειώσει τη θνησιμότητα από όλες τις αιτίες και την καρδιαγγειακή θνησιμότητα

Στόχος: 150 λεπτά μέτριας – έντονης έντασης φυσική δραστηριότητα την εβδομάδα (ή 75 λεπτά έντονης – έντασης φυσική δραστηριότητα)

Προτείνεται ο εντοπισμός και η αντιμετώπιση των εμποδίων και των ενεργοποιητών της φυσικής δραστηριότητας για τη βελτιστοποίηση της συμμόρφωσης και τήρησης του προγράμματος

Συνιστάται ένα δομημένο πρόγραμμα άσκησης για την ενίσχυση της καρδιαγγειακής φυσικής κατάστασης

Συνιστάται ένα δομημένο πρόγραμμα άσκησης για την ενίσχυση της μυϊκής δύναμης και της φυσικής λειτουργίας

Συνιστάται ένα δομημένο πρόγραμμα άσκησης για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής που σχετίζεται με την υγεία και για την αύξηση των επιπέδων της HDL – χοληστερόλης

Ένα δομημένο πρόγραμμα άσκησης, από μόνο του, δεν επαρκεί για να μετριάσει τις αυξήσεις της μάζας του σώματος μετά την μεταμόσχευση. Προτείνεται μία πολυεπαγγελματική προσέγγιση με κατάλληλες στρατηγικές διαχείρισης του σωματικού βάρους

Συνιστάται η επιτέλεση ενός δομημένου προγράμματος άσκησης τουλάχιστον 3 φορές την εβδομάδα, όταν δεν υπάρχουν αντενδείξεις

Συνιστώνται αερόβιες ασκήσεις και ασκήσεις με αντιστάσεις (όταν δεν υπάρχουν αντενδείξεις) για τη μεγιστοποίηση των αποτελεσμάτων στην ικανότητα άσκησης και στην μυϊκή λειτουργία

Συνιστάται μία δομημένη άσκηση – ρουτίνας (εποπτευόμενη, εάν είναι δυνατόν, από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό)

Συνιστάται η εξατομίκευση των προγραμμάτων άσκησης βάσει υποκειμενικών στόχων / προσδοκιών των ασθενών, παθοφυσιολογίας, επιπέδου εμπειρίας και κατάστασης μοσχεύματος

Επίσης, προτείνονται οι ακόλουθες κατευθυντήριες οδηγίες για την εφαρμογή της φυσικής δραστηριότητας και της άσκησης σε KTRs (Πίνακας 6) (Baker et al., 2022).

Πίνακας 7: Κατευθυντήριες οδηγίες για την εφαρμογή της φυσικής δραστηριότητας και της άσκησης σε KTRs. Ανάκτηση από: Baker KA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical Practice Guideline Exercise and Lifestyle in Chronic Kidney Disease. BMC Nephrology 2022;23:75

Στόχος: 150 λεπτά μέτριας (όπως γρήγορο περπάτημα ή ποδηλασία) έως έντονης (όπως τρέξιμο) έντασης σωματική δραστηριότητα την εβδομάδα (ή 75 λεπτά έντονης – έντασης σωματική δραστηριότητα)

Οι KTRs θα πρέπει να στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση του χρόνου που δαπανάται στην καθιστική ζωή και όταν είναι σωματικά δυνατό να ενσωματώνουν σε μεγάλες περιόδους αδράνειας τουλάχιστον ελαφριά σωματική δραστηριότητα

Η φυσική δραστηριότητα μπορεί να περιλαμβάνει φυσικές δραστηριότητες κατά τον ελεύθερο χρόνο, δομημένη άσκηση ή άθληση

Η άσκηση θα πρέπει να είναι εποπτευόμενη, από κατάλληλα εκπαιδευμένο άτομο, για μέγιστη συμμόρφωση και αποτελεσματικότητα

Η αερόβια άσκηση πρέπει να εκτελείται σε ένταση > 60% του μέγιστο (είτε με βάση τον καρδιακό ρυθμό είτε με βάση το $\text{VO}_{2\text{peak}}$), όταν δεν υπάρχουν αντενδείξεις

Η άσκηση με αντιστάσεις πρέπει να αποτελείται από ασκήσεις ενδυνάμωσης τόσο του πάνω όσο και του κάτω μέρους του σώματος, και θα πρέπει να εκτελείται σε ένταση > 60% του μέγιστου φορτίου άσκησης (1 Repetition Maximal, 1 RM), τουλάχιστον 2 φορές την εβδομάδα, όταν δεν υπάρχουν αντενδείξεις

Ο όγκος της άσκησης, τόσο της αερόβιας όσο και με αντιστάσεις, θα πρέπει να αυξάνεται σταδιακά προσαρμόζοντας τη διάρκεια, την συχνότητα ή / και την ένταση, έως ότου επιτευχθεί ο επιθυμητός στόχος άσκησης

Η άσκηση πρέπει να ακολουθείται από δραστηριότητες αποθεραπείας – χαλάρωσης (για παράδειγμα, άσκηση για τουλάχιστον 5 λεπτά, ξεκινώντας με την μισή ένταση της συνταγογραφούμενης

προπόνησης άσκησης και έπειτα σταδιακή μείωση της έντασης μέχρι να σταματήσει η άσκηση)

Για τη διατήρηση της συμπεριφοράς άσκησης, θα πρέπει να εφαρμοστούν συμπεριφορικές στρατηγικές όπως κοινωνική υποστήριξη, καθορισμός στόχων αποτελεσμάτων, διδασκαλία (μοντελοποίηση) συμπεριφορών άσκησης και παρακινητική συνέντευξη

3.4 Οφέλη

Μια ανασκόπηση επιστημονικών μελετών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η προπόνηση άσκησης σε ασθενείς με νεφρική νόσο (Howden et al., 2012):

- Αυξάνει την αερόβια ικανότητα (την ικανότητα άσκησης για μεγάλο χρονικό διάστημα)
- Βελτιώνει τη μυϊκή μάζα και τη δύναμη / λειτουργία και μειώνει τις πτώσεις
- Μειώνει την αρτηριακή πίεση
- Μειώνει τον κίνδυνο διαβήτη και βελτιώνει τον έλεγχο της γλυκόζης
- Βοηθάει στην απώλεια βάρους και στη διαχείριση του σωματικού βάρους
- Μειώνει το άγχος και την κατάθλιψη

3.5 Προφυλάξεις – Αντενδείξεις

Οι ανισορροπίες υγρών και ηλεκτρολυτών είναι συχνές σε ασθενείς με ΧΝΝ και μπορεί να συμβάλλουν στη μειωμένη ανοχή στην άσκηση. Η υπέρταση είναι επίσης συχνή σε ασθενείς με ΧΝΝ και, ως εκ τούτου, μια τιμή της αρτηριακής πίεσης $\geq 180 / 105$ είναι αντένδειξη για άσκηση. Αν και υπάρχουν ελάχιστα δεδομένα για τον κίνδυνο καρδιαγγειακών επεισοδίων κατά τη διάρκεια της άσκησης σε ασθενείς με ΧΝΝ, δεδομένου του υψηλού επιπολασμού των παραγόντων κινδύνου για καρδιαγγειακή νόσο, είναι πιθανό ο κίνδυνος να είναι μεγαλύτερος από το γενικό πληθυσμό. Ασθενείς με γνωστή ή ύποπτη καρδιακή νόσο θα πρέπει να υποβληθούν σε προηγούμενη εξέταση για την συμμετοχή τους στην άσκηση (American College of Sports Medicine, 2012). Ο μυοσκελετικός κίνδυνος μπορεί να αυξηθεί σε ασθενείς με ΧΝΝ

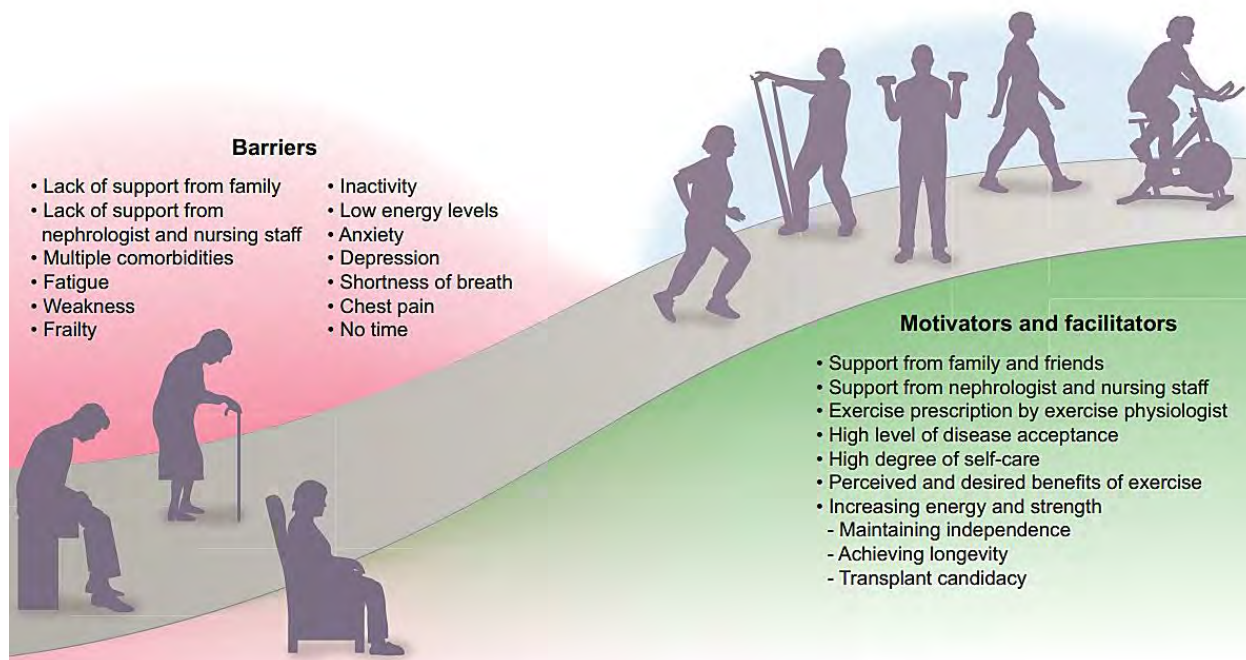
λόγω νεφρικής οστικής νόσου και υπερπαραθυρεοειδισμού. Κατάγματα ευθραυστότητας (Alem et al., 2000) και αυθόρμητες ρήξεις τετρακέφαλου (Shah, 2002) έχει αναφερθεί στον πληθυσμό ασθενών με ΧΝΝ. Επιπρόσθετα, ειδικές εκτιμήσεις πρέπει να χορηγούνται σε ασθενείς που υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης που μπορεί να εμφανίζουν συχνά αλλαγές στην ισορροπία των υγρών και των ηλεκτρολυτών. Αν και η άσκηση μπορεί να είναι πιο ασφαλής τις ημέρες χωρίς αιμοκάθαρση, μελέτες το έχουν δείξει ότι η ενδοσυνεδριακή άσκηση είναι ασφαλής και αποτελεσματική (Bohm et al., 2014) και δεν επιδεινώνει την συστηματική φλεγμονή ή τη δυσλειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος (Dungey et al., 2015). Ασθενείς με αρτηριοφλεβικό συρίγγιο μπορούν να ασκούν το βραχίονα με την αγγειακή πρόσβαση, αλλά δεν πρέπει να ασκούν βάρος σε αυτή την περιοχή (Johansen, 2005).

Συνοπτικά, ειδικές αντενδείξεις για ΧΝΝ περιλαμβάνουν (Gould and Wilkinson, 2019):

1. Ανωμαλίες ηλεκτρολυτών – ιδιαίτερα υπό / υπέρ – καλιαιμία
2. Πρόσφατες αλλαγές στο ηλεκτροκαρδιογράφημα – ιδιαίτερα συμπτωματικές ταχυαρρυθμίες ή βραδυαρρυθμίες
3. Υπερβολική αύξηση του βάρους μεταξύ των συνεδριών αιμοκάθαρσης (> 4 kg από την τελευταία συνεδρία αιμοκάθαρσης)
4. Ασταθής θεραπεία κάθαρσης και τιτλοποίηση φαρμακευτικής αγωγής
5. Πνευμονική συμφόρηση
6. Περιφερικό οίδημα

3.6 Εμπόδια και διευκολυντές για προπόνηση άσκησης

Ήδη το 1991 οι ερευνητές περιέγραψαν ότι η προσκόλληση στην αυτοφροντίδα, η ιατρική διαχείριση και η ύπαρξη μίας υποστηρικτικής ομάδας ενθάρρυνσης της άσκησης, είναι σημαντικοί παράγοντες για υψηλή συμμόρφωση και τήρηση της προπόνησης άσκησης σε ασθενείς με ESRD. Αντίθετα, οι αρνητικοί παράγοντες περιλάμβαναν τη μακροχρόνια αδράνεια και την αδυναμία λόγω μεγάλης ηλικίας, σε συνδυασμό με την πεποίθηση ότι η άσκηση δεν είναι ευεργετική (Williams et al., 1991). Η Εικόνα 2 απεικονίζει τα εμπόδια και τους διευκολυντές της άσκησης (Clyne and Anding – Rost, 2021).



Εικόνα 2: Εμπόδια, διευκολυντές και κίνητρα που επηρεάζουν το ενδιαφέρον και την προθυμία συμμετοχής σε προπόνηση άσκησης. Ανάκτηση από: Clyne N and Anding – Rost K. Exercise training in chronic kidney disease – effects expectations and adherence. Clinical Kidney Journal 2021;14(2):ii3-ii14

3.6.1 Αποδοχή της νόσου και θετικές προσδοκίες

Πρόσφατες μελέτες επιβεβαιώνουν ότι ασθενείς με υψηλά επίπεδα αποδοχής της νόσου και υψηλότερες προσδοκίες σχετικά με τα αποτελέσματα της άσκησης είναι πιο επιρρεπείς στην τήρηση της συνταγογραφούμενης φυσικής δραστηριότητας (Bogataj et al., 2020; Hornik and Dulawa, 2019). Μια ποιοτική μελέτη ανέφερε ότι η πλειονότητα των ασθενών με ΧΝΝ θεώρησε ότι η άσκηση θα τους έκανε να αισθάνονται καλύτερα και ότι θα έχει θετικό αντίκτυπο στην υγεία τους (Clarke et al., 2015). Αυτά τα ευρήματα επιβεβαιώθηκαν σε μια μεγάλη ποσοτική μελέτη που περιλάμβανε ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση και περιτοναϊκή κάθαρση, στην οποία τα δύο κορυφαία επιθυμητά οφέλη από την άσκηση ήταν η βελτιωμένη ενέργεια και η δύναμη. Η κορυφαία προτεραιότητα των ηλικιωμένων ασθενών ήταν η διατήρηση της ανεξαρτησίας, ενώ η μακροζωία και η υποψηφιότητα για μεταμόσχευση ήταν τα πιο σημαντικά κίνητρα για τους νεότερους ασθενείς (Moorman et al., 2019). Μια πρόσφατη μελέτη

σε ασθενείς με ESRD που συμμετείχαν σε παρέμβαση με βηματόμετρο έδειξε ότι το κύριο κίνητρο των ασθενών ήταν η βελτιωμένη φυσική λειτουργία (Sheshadri et al., 2020).

3.6.2 Υποστήριξη

Η υποστήριξη από την οικογένεια, τους φίλους, τους συνομηλίκους και τους επαγγελματίες υγείας έχει αναγνωριστεί ως κύριος κινητήριος παράγοντας (Kendrick, Ritchie and Andrews, 2019; Parsons, Bohn and Poser, 2018; Zhang and Bennett, 2019). Σε εγκαταστάσεις που παρέχουν φυσιολόγο άσκησης, αυτός θεωρείται ως η κύρια πηγή υποστήριξης, ο οποίος με την τεχνική επάρκεια, τη φροντίδα και την εκτίμησή του δύναται να ενισχύσει την αίσθηση της σωματικής ικανότητας, της αυτοπεποίθησης και της αυτοεκτίμησης των ασθενών (Thompson et al., 2016). Στην άλλη πλευρά, η έλλειψη συμβουλευτικής και υποστήριξης από τον νεφρολόγο, καθώς και από τους νοσηλευτές αιμοκάθαρσης, αντιμετωπίζεται ως σημαντικό εμπόδιο (Kendrick, Ritchie and Andrews, 2019; Thompson et al., 2016). Αυτό επιβεβαιώνεται από αναφερόμενες στάσεις νεφρολόγων και νοσηλευτών αιμοκάθαρσης, οι οποίοι δήλωσαν ότι δεν είχαν χρόνο να συζητήσουν για θέματα άσκησης με τους ασθενείς τους, πίστευαν ότι δεν ήταν δική τους ευθύνη να παρέχουν συμβουλές σχετικά με την προπόνηση άσκησης, δεν είχαν γνώσεις σχετικά με την συνταγογράφηση της άσκησης ή δεν πίστευαν ότι η άσκηση είναι σημαντική (Fiaccadori et al., 2014; Michou et al., 2019; Regolisti et al., 2018; Thompson et al., 2016). Επιπλέον, ορισμένοι εξέφρασαν την πεποίθηση ότι οι ασθενείς δεν είχαν ενδιαφέρον για την άσκηση και ότι η συμμόρφωσή τους με την άσκηση θα ήταν χαμηλή (Fiaccadori et al., 2014; Michou et al., 2019). Είναι ενδιαφέρον ότι τα πρότυπα φυσικής δραστηριότητας των ιατρών και του νοσηλευτικού προσωπικού επηρεάζουν τις στάσεις τους ως προς τις συστάσεις άσκησης. Μια μελέτη ανέφερε μια εξαιρετικά σημαντική σχέση μεταξύ του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας των ιατρών πρωτοβάθμιας φροντίδας ασθενών με ΧΝΝ και της ετοιμότητά τους να συστήσουν προπόνηση άσκησης στους ασθενείς τους (Morishita et al., 2014).

3.6.3 Ιατρικά, σωματικά, ψυχολογικά και χρονικά εμπόδια

Πολλοί ασθενείς αντιμετωπίζουν πάρα πολλά ιατρικά προβλήματα ως εμπόδια στη φυσική δραστηριότητα. Τα επικρατέστερα σωματικά εμπόδια περιλαμβάνουν την κόπωση, την

κούραση, τα χαμηλά επίπεδα ενέργειας, την αδυναμία, τη δύσπνοια και τον πόνο στο στήθος (Fiaccadori et al., 2014; Kendrick, Ritchie and Andrews, 2019; Moorman et al., 2019; Regolisti et al., 2018). Η ευπάθεια και το χαμηλό επίπεδο φυσικής λειτουργίας, συχνά σε συνδυασμό με την τρίτη ηλικία, θεωρούνται επίσης σημαντικά εμπόδια. Αυτοί οι ασθενείς κινδυνεύουν να μείνουν στο σπίτι και κατά επέκταση σωματικά ανενεργοί (Hornik and Dulawa, 2019). Εξωτερικές συνθήκες όπως ο κρύος καιρός, ο ζεστός καιρός και οι μη – ασφαλείς γειτονιές είναι άλλα εμπόδια (Han et al., 2018; Kendrick, Ritchie and Andrews, 2019). Ψυχολογικά και υπαρξιακά εμπόδια είναι η έλλειψη κινήτρων, η θλίψη, η κατάθλιψη, το άγχος, το αίσθημα αδυναμίας και ο φόβος τραυματισμού (Delgado and Johansen, 2012; Fiaccadori et al., 2014; Michou et al., 2019; Regolisti et al., 2018). Ένα άλλο σημαντικό εμπόδιο είναι ο χρόνος που καταναλώνεται με αιμοκάθαρση συντήρησης (Fiaccadori et al., 2014).

3.7 Πρόληψη της χρόνιας νεφρικής νόσου μέσω της άσκησης

Έχει αποδειχθεί ότι η σωματική άσκηση, ως μέρος ενός υγιεινού τρόπου ζωής μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη μιας σειράς χρόνιων παθολογιών. Μία συστηματική ανασκόπηση (2019) που πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστημιακό Ιατρικό Κέντρο της Λιουμπλιάνα και το Ινστιτούτο Γενετικής Folkhälsan στο Ελσίνκι, η οποία έλαβε υπόψη διάφορες μελέτες, συμπεριλαμβανομένης της συγχρονικής μελέτης FinnDiane που πραγματοποιήθηκε σε 1945 ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου – Ι σε κίνδυνο ΧΝΝ, καθόρισε ότι η τακτική μέτρια έως έντονη σωματική δραστηριότητα σχετίζεται με μειωμένη επίπτωση και εξέλιξη της νεφρικής νόσου, καθώς και με μειωμένο κίνδυνο καρδιαγγειακών επεισοδίων και θνησιμότητας. Η άσκηση και η σωματική δραστηριότητα έχει το δυναμικό βελτίωσης της υγείας και της ποιότητας ζωής ζωή σε όλα τα στάδια της ΧΝΝ (Pongrac Barlovic, Tikkanen Dolenc and Groop, 2019).

Πριν από δεκαετίες, η σωματική άσκηση θεωρούνταν επικίνδυνη πρακτική για ασθενείς που διέτρεχαν κίνδυνο ΧΝΝ, δεδομένου ότι θεωρούνταν ότι αύξανε την πρωτεϊνουρία, και κατά συνέπεια μπορούσε να επηρεάσει τη νεφρική λειτουργία. Επί του παρόντος, έρευνες έχουν δείξει ότι η σωματική άσκηση μπορεί να βοηθήσει στην μείωση των επιπέδων της αρτηριακής πίεσης, αλλά όχι σε σημαντικό επίπεδο για να επιβεβαιωθεί η μείωση του κινδύνου ανάπτυξης ΧΝΝ.

Μία μετά – ανάλυση που πραγματοποιήθηκε από τον Villanego και τους συνεργάτες του (2020), η οποία επέλεξε άρθρα από το 2007 έως το 2018 που περιλάμβαναν κυρίως φυσική παρέμβαση σε ασθενείς με ΧΝΝ, έδειξε ότι υπάρχουν ενδείξεις βελτίωσης στον έλεγχο της συστολικής αρτηριακής πίεσης (ΣΑΠ), βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα, σε ασθενείς με ΧΝΝ που εκτελούσαν αερόβια άσκηση κατά μέσο όρο 150 λεπτά την εβδομάδα χωρισμένη σε 3 συνεδρίες (φτάνοντας τις ελάχιστες τιμές 100 λεπτά την εβδομάδα και τις μέγιστες τιμές 300 λεπτά την εβδομάδα [σύμφωνα με την ικανότητα των συμμετεχόντων]), χωρίς καμία άλλη σημαντική βελτίωση σε άλλες παραμέτρους, όπως η χαμηλής – πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (Low – Density Lipoprotein, LDL), η υψηλής – πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (High – Density Lipoprotein, HDL), η γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη και οι ηλεκτρολύτες (Villanego et al., 2020).

Το έτος 2019, ο Pongrac Barlovic και οι συνεργάτες του, λαμβάνοντας υπόψη στην εργασία τους την τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή Campbell Maryland που διερεύνησε τις μεταβολικές επιδράσεις της άσκησης σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη, διαπίστωσε ότι η σωματική άσκηση σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη τύπου – Ι και τύπου – ΙΙ είχε θετικό αντίκτυπο στην μείωση του κινδύνου εμφάνισης ΧΝΝ, όντας σε θέση να καθυστερήσει την έναρξή της έως και κατά μέσο όρο 6,2 χρόνια. Αυτό εξηγείται από τις ευνοϊκές επιδράσεις που επιδεικνύει η σωματική άσκηση στις μεταβολικές διαταραχές του σακχαρώδη διαβήτη (ειδικά στη μείωση της παραγωγής ινσουλίνης και στην περιφερική αντίσταση λόγω του καθιστικού τρόπου ζωής (Πίνακας 8) (Pongrac Barlovic, Tikkanen Dolenc and Groop, 2019).

Πίνακας 8: Συνιστώμενη φυσική δραστηριότητα σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη. Ανάκτηση από: Pongrac Barlovic D, Tikkanen Dolenc H, Groop PH. Physical Activity in the Prevention of Development and Progression of Kidney Disease in Type 1 Diabetes. Current Diabetes Reports. 2019;19(7):41

Τύπος	Διάρκεια / εβδομάδα	Ειδική ειδοποίηση
Αερόβια άσκηση	150 λεπτά	Μέτριας έως έντονης έντασης Όχι περισσότερες από 2 ημέρες χωρίς δραστηριότητα
Άσκηση αντιστάσεων	2 – 3 συνεδρίες	Οι συνεδρίες θα πρέπει να προγραμματιστούν σε μη – συνεχόμενες ημέρες και θα πρέπει να περιλαμβάνουν 8 – 10 ασκήσεις των 1 – 3 σετ των 10 – 15 επαναλήψεων, με τη χρήση ελεύθερων βαρών, μηχανημάτων ή ζωνών αντίστασης
Άσκηση ευλυγισίας	2 – 3 συνεδρίες	Συνιστάται ιδιαίτερα για ηλικιωμένους ενήλικες

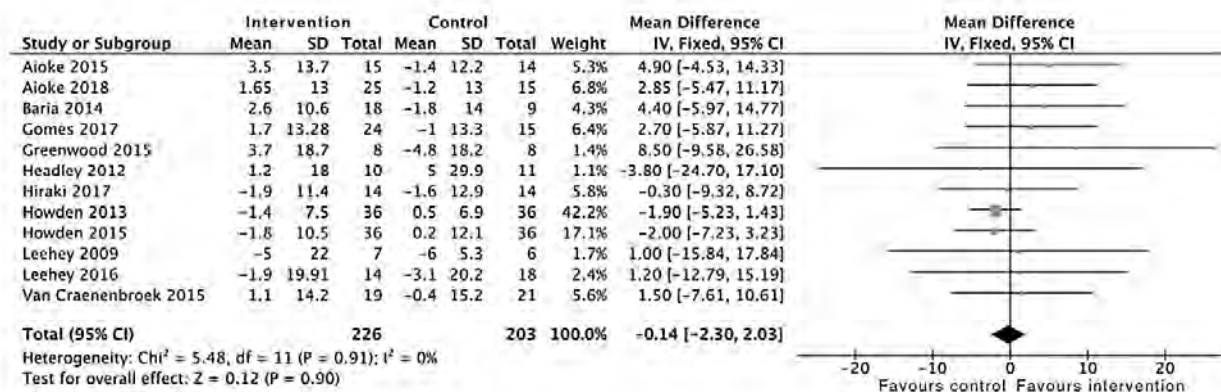
Κεφάλαιο 4^ο: Επιδράσεις της άσκησης στη νεφρική νόσο

4.1 Επίδραση της άσκησης σε ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο

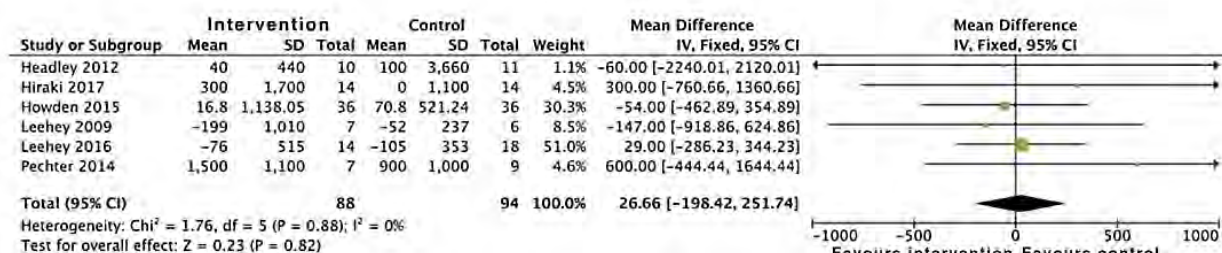
Η νεφρική νόσος μπορεί να χωριστεί σε τρεις κατά προσέγγιση ομάδες: προ – κάθαρση, θεραπεία κάθαρσης και μεταμόσχευση. Η άσκηση έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε καθεμία από αυτές τις ομάδες επιφέροντας ποικίλες θετικές επιδράσεις.

4.1.1 Νεφρική λειτουργία

Σε μία συστηματική ανασκόπηση και μετά – ανάλυση του Villanego και των συνεργατών του (2020), η ανάλυση ομαδοποιημένων δεδομένων από 429 ασθενείς έδειξε ότι η σωματική δραστηριότητα δεν έχει αντίκτυπο στη νεφρική λειτουργία, χωρίς να παρατηρούνται διαφορές στον eGFR μεταξύ της ομάδας παρέμβασης και της ομάδας ελέγχου στο τέλος του προγράμματος: τυποποιημένη μέση διαφορά (Standardized Mean Difference, SMD) – 0,1 (95% διάστημα εμπιστοσύνης [Confidence Interval, CI]: – 2,3 έως 2,0, $p = 0,90$) (Εικόνα 3). Επιπλέον, μια μακροχρόνια RCT έδειξε ότι ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης είχε θετικά, αν και ασήμαντα, αποτελέσματα σχετικά με την πρόοδο της ΧΝΝ σε ESRD ή την ανάγκη για έναρξη RRT· αναλογία πιθανοτήτων (Odds Ratio, OR) 0,2 (95% CI: 0,01 έως 4,9, $p = 0,32$) (Pechter, Raag and Ots – Rosenberg, 2014). Επίσης δεδομένα από 6 μελέτες που συμπεριέλαβαν συνολικά 182 ασθενείς τα αποτελέσματα της ανάλυσης πρωτεΐνης ούρων 24ωρου και αναλογίας λευκωματίνης / κρεατινίνης δεν έδειξαν τροποποίηση της πρωτεϊνουρίας από την σωματική δραστηριότητα: SMD 26,6 (95% CI: -198,5 έως 251,7; $p = 0,82$) (Εικόνα 4).



Εικόνα 3: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στον GFR (eGFR, ml / min). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252



Εικόνα 4: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στην πρωτεϊνουρία GFR (mg / g και mg / 24h). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252

4.1.2 Καρδιαγγειακός κίνδυνος

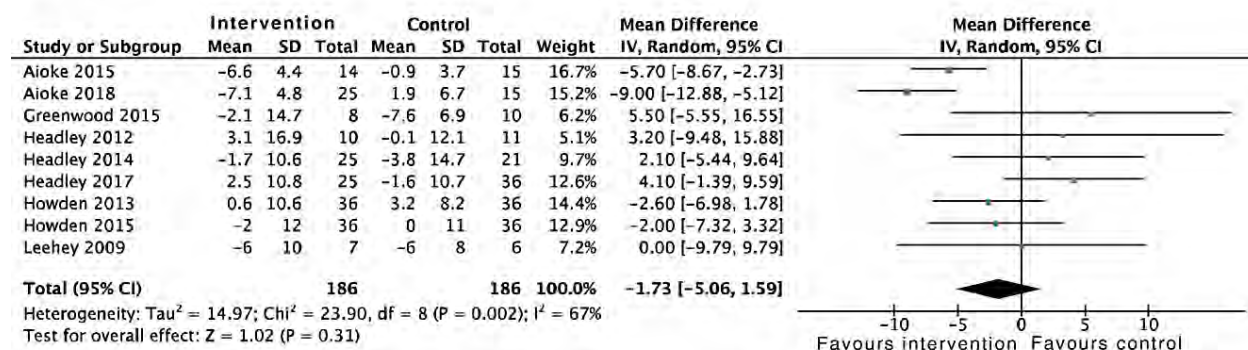
Οι ασθενείς με ΧΝΝ έχουν εξαιρετικά υψηλό κίνδυνο να αναπτύξουν καρδιαγγειακή νόσο (Sarnak et al., 2003). Αυτός ο κίνδυνος είναι ακόμη υψηλότερος σε διαβητική νεφρική νόσο και επιδεινώνεται περαιτέρω από τη θεραπεία κάθαρσης. Επομένως, κάθε παρέμβαση με δυνατότητα μείωσης του καρδιαγγειακού κινδύνου είναι ελκυστική (McCullough et al., 2004). Η σωματική αδράνεια είναι ένας σημαντικός τροποποιησιμος παράγοντας καρδιαγγειακού κινδύνου, από μόνος του, ενώ τα αυξημένα επίπεδα δραστηριότητας επηρεάζουν θετικά πολλούς άλλους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου συμπεριλαμβανομένης της παχυσαρκίας, της υπέρτασης, της δυσλιπιδαιμίας, της αντίστασης στην ινσουλίνη, της συστηματικής φλεγμονής και

της απώλειας μυϊκής μάζας (Hardman and Stensel, 2009; Kokkinos, 2008). Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η παχυσαρκία είναι βασικός παράγοντας στην ανάπτυξη σακχαρώδη διαβήτη και μεταβολικού συνδρόμου, και έχει αποδειχθεί ότι σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο υποκείμενης ΧΝΝ (Burton et al., 2012). Όλα αυτά συνδέονται με περαιτέρω πρόοδο της νεφρικής νόσου και κακή καρδιαγγειακή έκβαση (Smith and Burton, 2012).

Έχειδειχθεί ότι σε ορισμένους ασθενείς, τα υψηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συνδέονται με μία πιο αργή έκπτωση της νεφρικής λειτουργίας (Robinson – Cohen et al., 2009), και η αερόβια προπόνηση μπορεί να βελτιώσει τις παραμέτρους της καρδιαγγειακής λειτουργίας σε ασθενείς με ΧΝΝ (Bronas, 2009) και σε αυτούς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση (Parsons and King – VanVlack, 2009). Πιο συγκεκριμένα, σε ασθενείς με ΧΝΝ, ίσως η πιο ευεργετική επίδραση της άσκησης είναι η βελτίωση της καρδιαγγειακής υγείας και της αγγειακής λειτουργίας. Σε ορισμένες μελέτες που συμπεριέλαβαν ασθενείς σε φάση προ – κάθαρσης, έχουν σημειωθεί μειώσεις της ΣΑΠ και ΔΑΠ μετά από 1 ώρα αερόβιας άσκησης, όπως για παράδειγμα το περπάτημα (Headley et al., 2008). Αντίθετα, στην συστηματική ανασκόπηση και μετά – ανάλυση του Villanego και των συνεργατών του (2020), σύμφωνα με στοιχεία που προέκυψαν από την ανάλυση 761 ασθενών,δείχθηκε ότι οι επιπτώσεις της φυσικής δραστηριότητας στη ΣΑΠ (SMD – 1,6 [95%CI: 6,8 έως 3,4, $p = 0,52$) και στη ΔΑΠ (SMD – 1,7 [95%CI: - 5,0 έως 1,5, $p = 0,31$) ήταν θετικές, αλλά στατιστικά μη – σημαντικές (Εικόνα 5). Ομοίως, ο Kosmadakis και οι συνεργάτες του (2012) δεν βρήκαν αλλαγή στην αρτηριακή πίεση μετά από 30 λεπτά περπατήματος, 5 φορές την εβδομάδα, όμως παρατήρησαν μείωση των απαιτούμενων αντιυπερτασικών φαρμάκων. Παρόμοιες μειώσεις της αρτηριακής πίεσης έχουν παρατηρηθεί σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση (Toussaint et al., 2008; Tsuyuki et al., 2003).

Σε ασθενείς με ΧΝΝ, η άσκηση μπορεί να μειώσει τους καρδιακούς παλμούς σε κατάσταση ηρεμίας (Headley et al., 2012). Έχειδειχθεί ότι, η εποπτευόμενη άσκηση, διάρκειας τριών μηνών, και η κατ' οίκο για 1 ώρα μειώνει επίσης την αρτηριακή ακαμψία σε ασθενείς σε φάση προ – αιμοκάθαρσης (Mustata et al., 2011). Επιπλέον, ο Toussaint και οι συνεργάτες του (2008) ανέφεραν βελτιώσεις στην αρτηριακή συμμόρφωση κατά τη διάρκεια της ενδοσυνεδριακής θεραπείας. Πρόσθετα, τόσο η βραχυπρόθεσμη (1 φορά, 30 λεπτά), όσο και η μακροπρόθεσμη άσκηση (περπάτημα, 6 μήνες, 5 ημέρες την εβδομάδα) μπορεί να προσφέρει

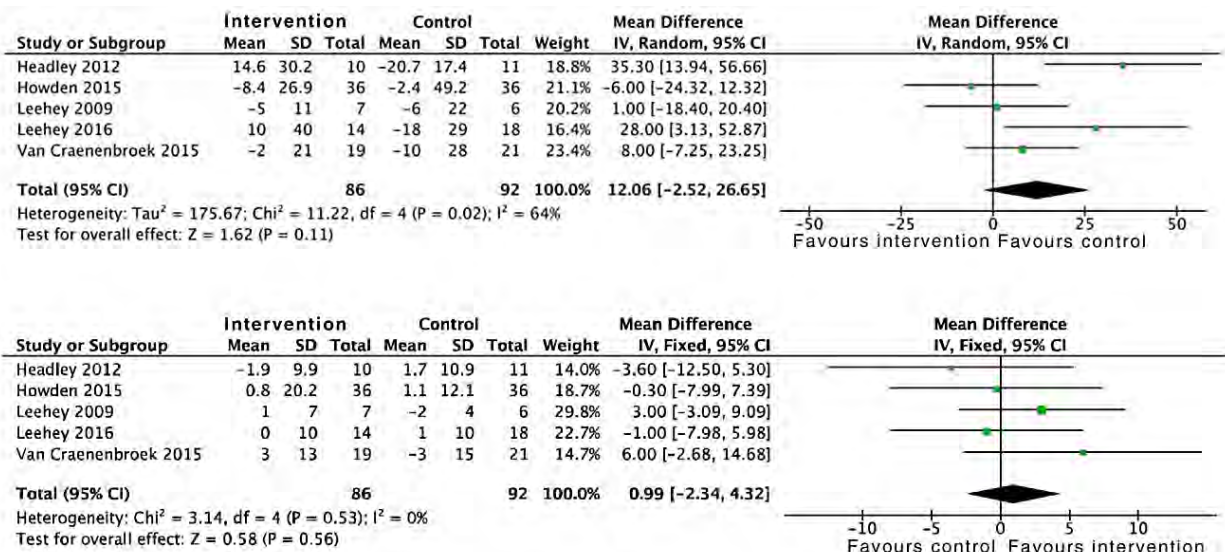
αντιφλεγμονώδεις αποκρίσεις σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση (Viana et al., 2014).



Εικόνα 5: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στην συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση (mmHg). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. *Nefrologia* 2020;40(3):237-252

Ορισμένες μελέτες έχουν αναλύσει την επίδραση της άσκησης στα επίπεδα αιμοσφαιρίνης, αντανακλώντας θετικά αποτελέσματα. Τα ομαδοποιημένα δεδομένα από 168 ασθενείς έδειξαν: SMD 0,3 (95% CI: 0,1 έως 0,5, $p = 0,003$) (Aioke et al., 2015; Chen et al., 2010; Koskamadis et al., 2012; Leehey et al., 2009). Εν αντιθέσει από τρεις δοκιμές, στις οποίες αναλύθηκε η επίδραση της σωματικής δραστηριότητας στη γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (ανάλυση 115 ασθενών), δεν προέκυψαν στατιστικά μη – σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων: SMD 0,1 (95% CI: - 0,56 έως 0,57; $p = 0,98$) (Howden et al., 2015; Leehey et al., 2009; Leehey et al., 2016). Παρόμοια στοιχεία βρέθηκαν επίσης σχετικά με την επίδραση της σωματικής δραστηριότητας στον έλεγχο της LDL – χοληστερόλης: SMD 12,0 (95% CI: -2,5 έως 26,6, $p = 0,11$). Δεδομένα που ελήφθησαν από τη μετά – ανάλυση του Villanego και των συνεργατών του (2020), παρουσιάζουν θετικά αποτελέσματα, αν και αυτά δεν είναι στατιστικά σημαντικά: SMD 0,9 (95% CI: -2,3 έως 4,3, $p = 0,56$) (Εικόνα 6). Τέλος, δύο εργασίες ανέλυσαν άλλους παράγοντες που σχετίζονται με τον καρδιαγγειακό κίνδυνο σε ασθενείς με ΧΝΝ, όπως ο φώσφορος, το ασβέστιο, η παραθυρεοειδής ορμόνη (Parathyroid Hormone, PH) και η βιταμίνη D, οι οποίες δεν εντόπισαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας παρέμβασης και της ομάδας

ελέγχου σε οποιαδήποτε από αυτές τις παραμέτρους (Gomes et al., 2017; Koskamadis et al., 2012).

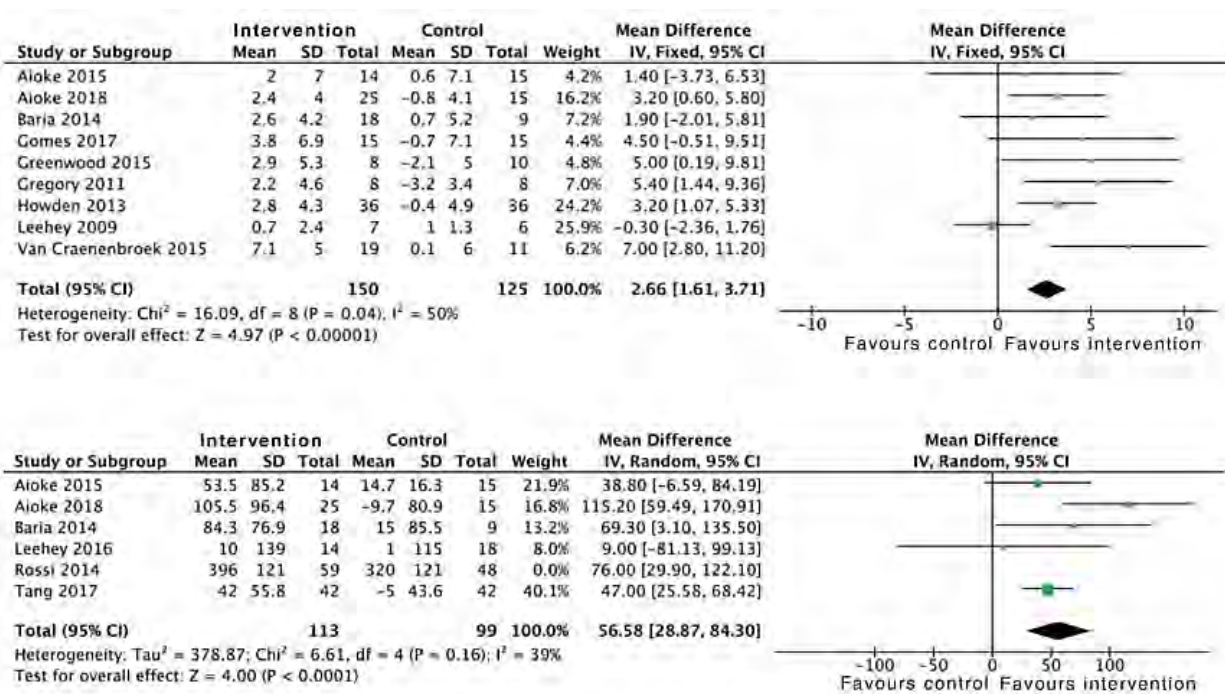


Εικόνα 6: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στα επίπεδα LDL – και HDL – χοληστερόλης (mg / dl). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252

4.1.3 Ικανότητα άσκησης, δύναμη και φυσική λειτουργία

Η άσκηση μπορεί να βελτιώσει την ανοχή στην άσκηση, την αερόβια φυσική κατάσταση και το VO_{2MAX} (δηλαδή τη χρήση του οξυγόνου) (Headley et al., 2014; Kosmadakis et al., 2012; Mustata et al., 2011; Watson et al., 2014). Ο Leehey και οι συνεργάτες του (2009) διαπίστωσαν ότι το περπάτημα 3 φορές την εβδομάδα για 24 εβδομάδες αύξησε την ανοχή στην άσκηση (μέσω μιας χρονομετρημένης δοκιμής σε διάδρομο) σε ασθενείς σε φάση προ – κάθαρσης. Παρόμοιες βελτιώσεις αναφέρθηκαν μετά από 12 μήνες με περπάτημα και ποδηλασία δύο φορές την εβδομάδα (Mustata et al., 2011). Η αερόβια άσκηση σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα, έχει σημαντικές θετικές επιπτώσεις στην σωματική απόδοση και τη φυσική κατάσταση, όπως μετρώνται από τη δοκιμή sit – to – stand και τη δοκιμή αντοχής, τόσο σε ασθενείς σε φάση προ – κάθαρσης (Heiwe et al., 2001;

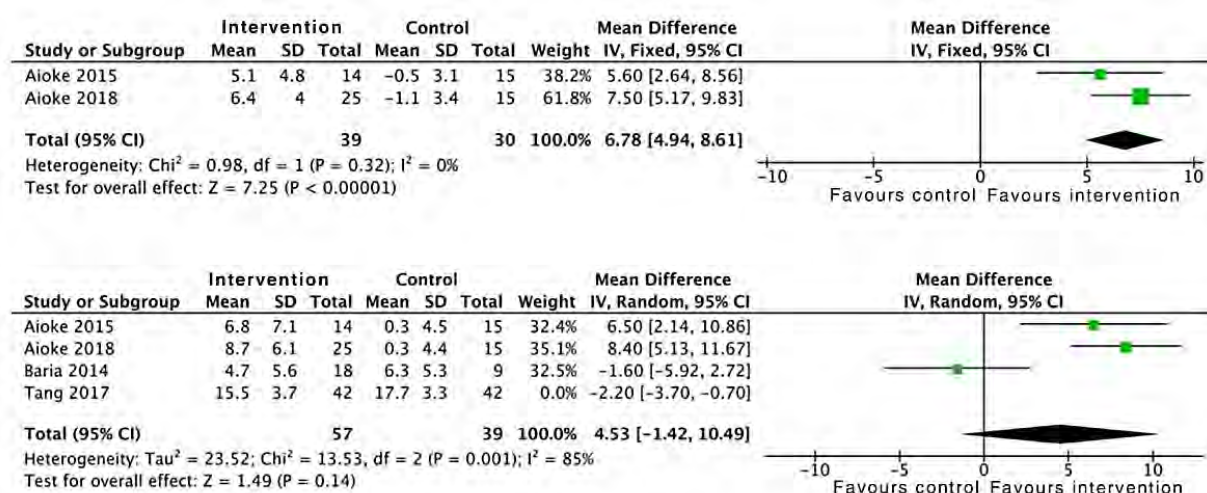
Rossi et al., 2014; Watson et al., 2014), όσο και σε ασθενείς που υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης (Mallamaci et al., 2014). Πιο συγκεκριμένα, στην συστηματική ανασκόπηση και μετά – ανάλυση του Villanego και των συνεργατών του (2020), τα δεδομένα που προέκυψαν από 275 ασθενείς ήταν: SMD 2,6 (95% CI: 1,6 έως 3,7, $p < 0,001$). Δοκιμές στις οποίες χρησιμοποιήθηκε MET και RPE έδειξαν παρόμοια αποτελέσματα (Howden et al., 2015; Koskamadis et al., 2012). Τέλος, η ανάλυση 6 μελετών που περιλάμβαναν 212 ασθενείς έδειξε βελτίωση στη λειτουργική χωρητικότητα που μετρήθηκε από τη 6MWT: SMD 56,5 (95% CI: 28,8 έως 84,3, $p < 0,001$) (Εικόνα 7) (Villanego et al., 2020).



Εικόνα 7: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στην αερόβια ικανότητα (μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου σε δοκιμή αντοχής, mg / kg / min) και στην λειτουργική ικανότητα (6MWT, μέτρα). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigar LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252

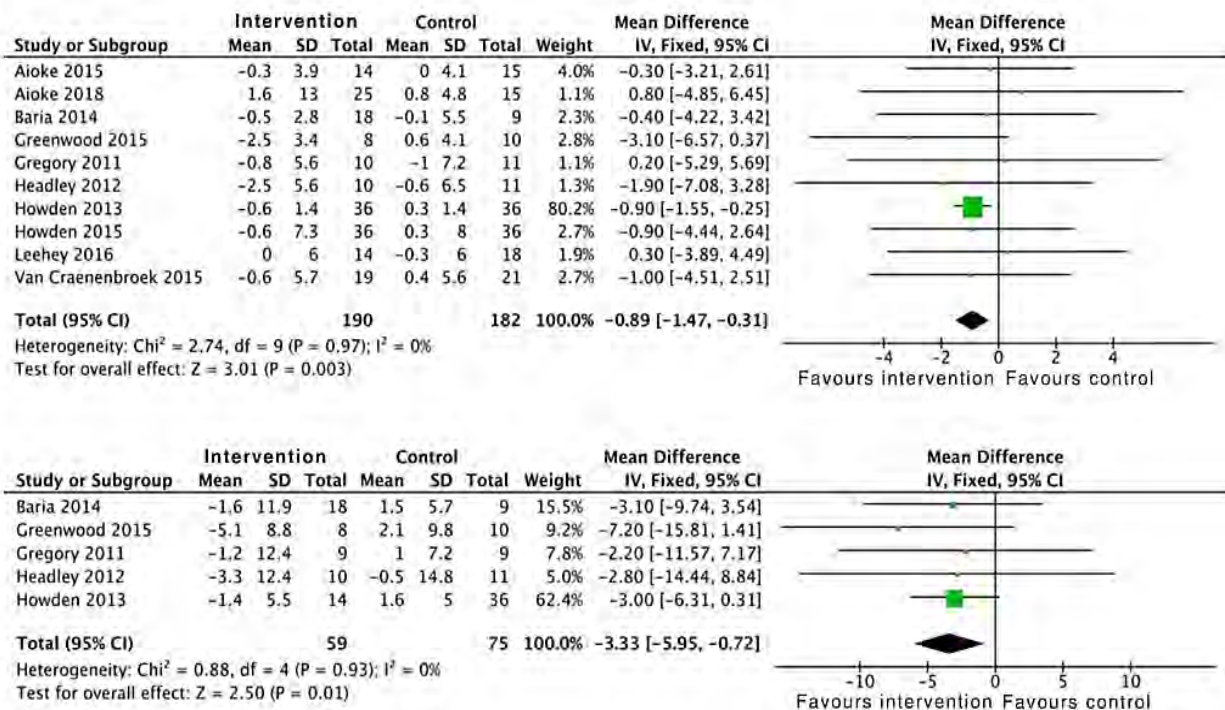
Σε σχέση με τη δύναμη των άκρων, η προπόνηση με ασκήσεις με αντιστάσεις μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της μυϊκής δύναμης σε ασθενείς σε φάση προ – κάθαρσης (Bohm et al., 2014; Heiwe et al., 2001; Rossi et al., 2014; Watson et al., 2014), σε ασθενείς που υποβάλλονται

σε θεραπεία κάθαρσης (Mallamaci et al., 2014), καθώς και σε ασθενείς μετά από μεταμόσχευση νεφρού (Painter et al., 2002). Στην συστηματική ανασκόπηση και μετά – ανάλυση του Villanego και των συνεργατών του (2020) δείχθηκε ότι η φυσική δραστηριότητα βελτιώνει τη δύναμη των άνω άκρων: SMD 6,7 (95% CI: 4,9 έως 8,6, $p < 0,001$). Από την άλλη πλευρά, τα στοιχεία ήταν αντικρουόμενα για τη δύναμη των κάτω άκρων, με τις μελέτες να επιδεικνύουν θετικές, αλλά στατιστικά μη – σημαντικές, επιδράσεις (SMD 4,5 [95% CI: -1,4 έως 10,4; $p = 0,14$]) (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στην δύναμη των άνω άκρων (αριθμός επαναλήψεων δικεφάλου) και των κάτω άκρων (αριθμός επαναλήψεων στη δοκιμή STS). Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252

Τέλος, σε ορισμένες μελέτες αξιολογήθηκε η επίδραση της φυσικής δραστηριότητας στις ανθρωπομετρικές μεταβλητές, οι οποίες επέδειξαν ξεκάθαρα στοιχεία θετικής επίδρασης της συνδυασμένης αερόβιας άσκησης και άσκησης με αντιστάσεις για το ΔΜΣ: SMD - 0,8 (95% CI: -1,4 έως -0,3, $p = 0,003$) και την περιφέρεια της μέσης: SMD - 3,3 (95% CI, - 5,9 έως - 0,7, $p = 0,01$) (Εικόνα 9) (Villanego et al., 2020).



Εικόνα 9: Μετά – ανάλυση της επίδρασης των παρεμβάσεων αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με άσκηση με αντιστάσεις στο ΔΜΣ και την περιφέρεια της μέσης. Ανάκτηση από: Villanego E, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta – analysis. Nefrologia 2020;40(3):237-252

4.1.4 Μυϊκή μάζα

Οι ασθενείς με ΧΝΝ συχνά υποφέρουν από μυϊκή απώλεια ή καχεξία (Workeneh and Mitch, 2010). Η απώλεια μυϊκής μάζας σε ασθενείς με ΧΝΝ και σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση είναι πολυπαραγοντική και όχι πλήρως κατανοητή, αλλά σχετίζεται με λειτουργική έκπτωση και θνησιμότητα (Johansen, 2009; Mafra et al., 2008; Ohkawa et al., 2005). Επειδή οι μυς απαιτούνται για όλες τις πτυχές της σωματικής λειτουργικότητας, και δεδομένου ότι είναι ένας πολύ μεταβολικά ενεργός ιστός με βαθιές επιδράσεις στη διαχείριση των λιπιδίων, της γλυκόζης και της κατάστασης φλεγμονής, η διατήρηση καλής μυϊκής μάζας είναι σημαντικό ζήτημα σε ασθενείς με ΧΝΝ. Η προπόνηση με αντιστάσεις είναι εξαιρετικά αποτελεσματική στην αναστροφή της ατροφίας. Δυστυχώς, αν και οι αυξήσεις της δύναμης γενικά παρατηρούνται με προπόνηση άσκησης με αντιστάσεις, αυτοί οι ασθενείς συχνά

αποτυγχάνουν να αποκτήσουν την αναμενόμενη μυϊκή μάζα (Heiwe and Jacobson 2011). Ωστόσο έχει δειχθεί ότι, ένα πρόγραμμα προοδευτικής προπόνησης με αντιστάσεις, διάρκειας 8 εβδομάδων (3 φορές την εβδομάδα), αύξησε τη μυϊκή μάζα σε ασθενείς με ΧΝΝ σε φάση προ – κάθαρσης (Watson et al., 2014), με παρόμοια ευρήματα να αναφέρονται σε ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση (Bohm et al., 2014; Mallamaci et al., 2014) και σε ασθενείς με μεταμόσχευση νεφρού (Painter et al., 2002).

4.1.5 Ποιότητα ζωής

Υπάρχουν άφθονα στοιχεία ότι οι ασθενείς με ΧΝΝ έχουν την ικανότητα να βελτιώνουν την καρδιαγγειακή υγεία και τη σωματική λειτουργικότητα ως απόκριση σε ένα πρόγραμμα άσκησης, και αυτό αντανακλάται σε βελτιώσεις στις βαθμολογίες της ποιότητας ζωής (Heiwe and Jacobson 2011; Kosmadakis et al., 2012). Η καλύτερη σωματική λειτουργικότητα κάνει την καθημερινή ζωή ευκολότερη και επιτρέπει στο άτομο να συμμετέχει σε διάφορες δραστηριότητες με λιγότερους περιορισμούς. Μακροπρόθεσμα, η διατήρηση της φυσικής κατάστασης και της λειτουργικότητας μπορεί να μειώσει την εξάρτηση, με συνέπεια οφέλη για το άτομο, την οικογένεια και τους φροντιστές του, καθώς και ανακούφιση του κόστους για την κοινωνία (Smith and Burton, 2012). Στην συστηματική ανασκόπηση και μετά – ανάλυση του Villanego και των συνεργατών του (2020), από τις τρεις μελέτες που χρησιμοποίησαν το SF – 36, η μετά – ανάλυση των δύο έδειξε στατιστικά σημαντικές θετικές επιδράσεις στη φυσική συνιστώσα της ποιότητας ζωής: SMD 6,66 (95% CI: 0,91 έως 12,40, $p = 0,02$) (Headley et al., 2014; Van Craenenbroek et al., 2015). Η τρίτη μελέτη παρουσίασε ανεξάρτητα το άθροισμα του κάθε ένα από τα στοιχεία του ερωτηματολογίου, και για αυτό δεν συμπεριλήφθηκε στη μετά – ανάλυση (Rossi et al., 2014). Οι μελέτες που χρησιμοποίησαν το ερωτηματολόγιο KDQOL – 36 παρουσίασαν βελτίωση των επιπτώσεων της νεφρικής νόσου στην ποιότητα ζωής: SMD 3,56 (95% CI: 0,49 έως 6,63, $p = 0,02$) (Aioke et al., 2015; Tang et al., 2017). Μόνο μία μελέτη χρησιμοποίησε την κλίμακα FACIT – Sp, λαμβάνοντας επίσης θετικά αποτελέσματα (Koskamadis et al., 2012).

4.1.6 Ψυχική υγεία

Η κατάθλιψη είναι συχνή και σχετίζεται με δυσμενή αποτελέσματα σε ασθενείς με ΧΝΝ (Collins et al., 2009; Hedayati et al., 2012; Musselman et al., 2003). Αν και ο αντίκτυπος της άσκησης στην ψυχική υγεία δεν έχει διερευνηθεί σε ασθενείς με νεφρική νόσο, στοιχεία από το γενικό πληθυσμό υποδηλώνουν ότι μπορεί να είναι μία αποτελεσματική παρέμβαση σε ήπια έως μέτρια κατάθλιψη (Lavie et al., 2011). Η κοινωνική πτυχή της συμμετοχής στην άσκηση, με έναν φίλο ή μέλος της οικογένειας ή ως μέρος μίας οργανωμένης ομάδας, είναι επίσης πολύ σημαντική, και έχει δείχθει ότι δρα ευεργετικά καθώς μπορεί να αποτελέσει ισχυρό κίνητρο για την έναρξη και τη διατήρηση ενός προγράμματος άσκησης (Smith and Burton, 2012).

4.1.7 Πρόοδος της ΧΝΝ

Ένας βασικός στόχος της θεραπείας της ΧΝΝ είναι η επιβράδυνση της προόδου της νόσου. Ενώ υψηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας κατά τον ελεύθερο χρόνο συνδέονται με βραδύτερη έκπτωση της νεφρικής λειτουργίας (Robinson – Cohen et al., 2014), στοιχεία σχετικά με παρεμβάσεις που να βασίζονται στην άσκηση παραμένουν διαφορούμενα (Baria et al., 2014; Gould et al., 2014; Viana et al., 2014) και απαιτούν περαιτέρω μελέτες (Johansen and Painter, 2012).

4.1.8 Πιθανοί μηχανισμοί

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η άσκηση σε ασθενείς με νεφρική νόσο επηρεάζει πολλές διαφορετικές παραμέτρους που σχετίζονται με την υγεία, και επιδεικνύει πολλές ευνοϊκές επιδράσεις σε πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου που αποτελούν τη βάση της αιτιολογίας της νεφρικής νόσου όπως η υπέρταση και ο σακχαρώδης διαβήτης (Bansal et al., 2015; Headley et al., 2014). Η άσκηση έχει επίσης ευεργετικά αποτελέσματα στην υγεία του ενδοθηλίου (Mustata et al., 2011) και στην σύσταση του σώματος (Baria et al., 2014; Kosmadakis et al., 2012). Η

χρόνια φλεγμονή και η καχεξία είναι σημαντικοί προβλεπτικοί παράγοντες της θνησιμότητας και της ανάπτυξης καρδιακών παθήσεων στη ΧΝΝ (Meuwese et al., 2011; Workeneh and Mitch, 2010). Η τακτική άσκηση μπορεί να προάγει ένα αντιφλεγμονώδες περιβάλλον. Ο Viana και οι συνεργάτες του (2014) διαπίστωσαν ότι μια περίοδος άσκησης 30 λεπτών είχε το δυναμικό αύξησης των επιπέδων IL – 10 στο πλάσμα, ενώ το τακτικό περπάτημα είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της αναλογίας IL – 6 / IL – 10 στο πλάσμα και την υπό – ρύθμιση της ενεργοποίησης των T – λεμφοκυττάρων και των μονοκυττάρων. Η προπόνηση άσκησης είναι αποτελεσματική στην καταπολέμηση της μυϊκής ατροφίας που σχετίζεται με τη ΧΝΝ μέσω της υπέρ – ρύθμισης της πρωτεϊνικής σύνθεσης, της αύξησης της περιεκτικότητας των μιτοχονδρίων στους μύες και της μείωσης του καταβολισμού στους μύες (Watson et al., 2013).

4.2 Επίδραση διαφορετικών τύπων άσκησης στη νεφρική νόσο

4.2.1 Αερόβια άσκηση και λειτουργική προπόνηση σε νεφρικές νόσους

Η αερόβια προπόνηση όπως η ποδηλασία, το περπάτημα και η κολύμβηση είναι η πιο δημοφιλής μορφή προπόνησης άσκησης. Η καρδιαγγειακή νόσος, και συγκεκριμένα η στεφανιαία νόσος, η καρδιακή ανεπάρκεια, οι αρρυθμίες και ο αιφνίδιος καρδιακός θάνατος, είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες σε ασθενείς με ΧΝΝ. Μια συστηματική, χρόνια προφλεγμονώδης κατάσταση που οδηγεί σε αγγειακή αναδιαμόρφωση και αναδιαμόρφωση του μυοκαρδίου, διεργασίες που προκαλούν αθηροσκληρωτικές αλλοιώσεις, αγγειακή ασβεστοποίηση και αγγειακή γήρανση, καθώς και ίνωση του μυοκαρδίου και ασβεστοποίηση των καρδιακών βαλβίδων, είναι συχνή επιπλοκή στη ΧΝΝ (Janskowski et al., 2021). Ο επιπολασμός αυτών των ασθενειών είναι αξιοσημείωτα υψηλότερος σε ασθενείς με προχωρημένη ΧΝΝ (στάδια G4 – 5) σε σύγκριση με την πρώιμη ΧΝΝ (στάδια G1 – 3) και στο γενικό πληθυσμό (Arazi et al., 2022).

Οι επιπτώσεις της αερόβιας άσκησης στην αρτηριακή πίεση και στο καρδιαγγειακό σύστημα των ασθενών με ΧΝΝ είναι αντικρουόμενες. Ο Jeong και οι συνεργάτες του (2018) που διερεύνησαν την επίδραση ενδοσυνεδριακής αερόβιας άσκησης (30 λεπτά ποδηλασία) έδειξαν μία παροδική αύξηση της καρδιακής παροχής και του καρδιακού ρυθμού κατά τη διάρκεια της άσκησης, αλλά καμία αλλαγή στην αρτηριακή πίεση της αορτής και της βραχιόνιας

αρτηρίας. Σε μια άλλη μελέτη, ο Cooke και οι συνεργάτες του (2017) εξέτασαν την επίδραση της ενδοσυνεδριακής άσκησης όσον αφορά την αρτηριακή ακαμψία σε ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση. Η μελέτη συνίστατο από ένα πρόγραμμα προπόνησης διάρκειας 4 μηνών με τρεις συνεδρίες την εβδομάδα. Η ταχύτητα κύματος παλμού στην καρωτίδα και στη μηριαία αρτηρία (Carotid – femoral Pulse Wave Velocity, CfPWV) χρησιμοποιήθηκε ως αναφορά για την αθηροσκλήρωση. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της CfPWV και του καρδιακού ρυθμού μετά την παρέμβαση. Εντούτοις, η CfPWV επέστρεψε στην αρχική της τιμή μετά την περίοδο προπόνησης. Σε μια άλλη μελέτη, ο Kirkman και οι συνεργάτες του (2018) εξέτασαν την επίδραση της αερόβιας άσκησης στην αγγειακή λειτουργία σε ασθενείς με νεφρική νόσο (φάση προ – κάθαρσης). Η παρέμβαση περιλάμβανε 12 εβδομάδες προπόνησης με αερόβια άσκηση (ποδηλασία, περπάτημα, τζόκινγκ ή ελλειπτική), τρεις φορές την εβδομάδα με ένταση ίση με το 60 – 85% του αποθεματικού καρδιακού ρυθμού (Heart Rate Reserve, HRR), η οποία προοδευτικά αυξήθηκε στα 45 λεπτά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι 12 εβδομάδες μέτριας έως έντονης προπόνησης ενίσχυσαν την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, διατήρησαν τη μικροαγγειακή λειτουργία και τη λειτουργία του αρτηριακού ενδοθηλίου.

Ένας από τους πιο κρίσιμους παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς για την καρδιαγγειακή νόσο σε ασθενείς με ΧΝΝ είναι ο σχηματισμός αθηρωματικών πλακών λόγω υπερλιπιδαιμίας, ουραιμικών τοξινών, φλεγμονής, οξειδωτικού στρες και ενδοθηλιακής δυσλειτουργίας (Kanbay et al., 2016). Στη ΧΝΝ, μια υψηλή συγκέντρωση φωσφορικών στον ορό συνδέεται με επιδείνωση της νεφρικής λειτουργίας. Στην πρόιμη ΧΝΝ, λόγω της αυξημένης κλασματικής απέκκρισης των φωσφορικών, η συγκέντρωσή τους στον ορό είναι φυσιολογική. Η φωσφατουρία οδηγεί σε νεφρική σωληναριακή βλάβη που σχετίζεται με φλεγμονή και οξειδωτικό στρες (Santamaria et al., 2018). Σε μια μελέτη του Manfredini και των συνεργατών του (2017), οι ασθενείς περπατούσαν για 20 λεπτά τρεις φορές την εβδομάδα με χαμηλή έως μέτρια ένταση. Οι βιοχημικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη λειτουργία των νεφρών, όπως η κρεατινίνη, τα φωσφορικά, η λευκωματίνη και το ασβέστιο, καθώς και το λιπιδικό προφίλ όπως η χοληστερόλη, τα τριγλυκερίδια και η γλυκόζη δεν άλλαξαν. Ωστόσο, στην ομάδα άσκησης μειώθηκε ο χρόνος εκτέλεσης 5STS και βελτιώθηκε η 6MWT. Αντίστοιχα, ο Brown και οι συνεργάτες του (2018) μελέτησαν την επίδραση της ποδηλασίας τόσο (στο 55% και στο 70% του HR_{max}) στην κάθαρση της ουρίας (mL / min) σε ασθενείς με ESRD και έδειξαν αύξηση της κάθαρσης της ουρίας στις δύο ομάδες άσκησης σε σύγκριση με την ομάδα – ελέγχου.

Ένα υψηλό επίπεδο ουραιμικών τοξινών σε ασθενείς με ESRD προκαλεί ουραιμική τοξικότητα και βλάπτει τη σύνθεση της ερυθροποιητίνης (Erythropoietin, EPO). Αυτή η ανεπάρκεια οδηγεί σε ελαττωματική ερυθροποίηση λόγω μείωσης της παραγωγής ερυθρών αιμοσφαιρίων (Red Blood Cells, RBC). Η έλλειψη EPO μαζί με την έλλειψη σιδήρου είναι παράγοντες που συμβάλλουν στην αναιμία (Kamza et al., 2020). Η αερόβια άσκηση ενισχύει το αντιοξειδωτικό αμυντικό σύστημα, το οποίο είναι μειωμένο σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση λόγω απέκκρισης ουρικού οξέος και αντιοξειδωτικών βιταμινών (Correa et al., 2020). Ο Vaithilingam και οι συνεργάτες του (2004) εξέτασαν την επίδραση της άσκησης στην απόδοση ασθενών που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η αερόβια άσκηση μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη απομάκρυνση φωσφορικών αλάτων.

Ο επιπολασμός της κακής φυσικής λειτουργίας, που σχετίζεται με την κακή ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία και αυξημένο κίνδυνο δυσμενών συνεπειών, νοσηλειών και θνησιμότητας από κάθε αιτία, είναι υψηλός στους ασθενείς με ΧΝΝ. Η άσκηση είναι μια από τις καλύτερες παρεμβάσεις για την πρόληψη της έκπτωσης της φυσικής λειτουργίας. Ο Baggetta και οι συνεργάτες του (2018) ερεύνησαν τα αποτελέσματα ενός προπονητικού προγράμματος στην ποιότητα ζωής, τη φυσική λειτουργία και τη σωματική απόδοση σε ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση. Μετά το τέλος της 6μηνης περιόδου προπόνησης, τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση στη δοκιμασία 5STS (μείωση 2,7 δευτερόλεπτα) και 6MWTD (αύξηση απόστασης έως και 39 μέτρα) στην ομάδα – άσκησης (κατ' οίκο αερόβια προπόνηση). Επιπλέον, ο Bogataj και οι συνεργάτες του (2020) πραγματοποίησαν μια μελέτη ενδοσυνεδριακής άσκησης ποδηλασίας (15 – 60 λεπτά, 3 συνεδρίες ανά εβδομάδα, ένταση 7 – 8 στην κλίμακα Borg RPE, διάρκεια 16 εβδομάδες). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στο τέλος του προγράμματος, η ομάδα – προπόνησης είχε καλύτερη ευλυγισία, ισορροπία και δύναμη στο πάνω και κάτω μέρος του σώματος, σε σύγκριση με την ομάδα – ελέγχου. Σε μια άλλη μελέτη, ο Parsons και οι συνεργάτες του (2004) μελέτησαν την επίδραση της άσκησης στην αποτελεσματικότητα της αιμοκάθαρσης και στη φυσική λειτουργία. Η άσκηση πραγματοποιούνταν 3 φορές την εβδομάδα για 5 μήνες. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της αποτελεσματικότητας της αιμοκάθαρσης κατά 11%, καθώς και βελτίωση της φυσικής λειτουργίας κατά 14%.

Η γνωστική έκπτωση είναι αισθητή σε διαφορετικούς γνωστικούς τομείς: εκτελεστική λειτουργία (κρίση και προγραμματισμός), προσοχή, γλώσσα, μνήμη και οπτικο – χωρική μάθηση (Ulf, Bronas and Hannan, 2017). Η έκπτωση της γνωστικής λειτουργίας, κυρίως της εκτελεστικής λειτουργίας, είναι συχνή στη νεφρική νόσο (κυρίως σε ασθενείς με ESKD) και μπορεί να επιδεινωθεί με αιμοκάθαρση συντήρησης λόγω κατακράτησης ουραιμικών τοξινών, υποτροπιάζουσας εγκεφαλικής ισχαιμίας και αδράνειας (Chu and McAdams – De Marco, 2019). Η γνωστική εξασθένηση μπορεί να προκαλέσει μακροπρόθεσμα δυσμενή αποτελέσματα, άνοια και θάνατο (Ulf, Bronas and Hannan, 2017). Η άσκηση είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την προστασία της γνωστικής λειτουργίας. Ο Tang και οι συνεργάτες του (2017), εξέτασαν 12 εβδομάδες αερόβιας άσκησης (3 φορές την εβδομάδα για 20 – 30 λεπτά με ένταση 12 – 15 RPE) σε ψυχολογικές διαστάσεις και ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία. Η προπόνηση ξεκίνησε σταδιακά από χαμηλή έως μέτρια ένταση, η οποία περιλάμβανε περπάτημα σε εσωτερικούς χώρους, τζόκινγκ και ποδηλασία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην ομάδα προπόνησης βελτιώθηκαν σημαντικά όλοι οι τομείς της ποιότητας ζωής που σχετίζεται με την υγεία και μειώθηκαν σημαντικά το άγχος, η κατάθλιψη και το ψυχολογικό στρες. Σε άλλη μελέτη, διερευνήθηκε η επίδραση της αερόβιας άσκησης στη γνωστική λειτουργία ασθενών με ΧΝΝ. Η προπονητική παρέμβαση περιλάμβανε ένα πρόγραμμα 4 μηνών με τρεις συνεδρίες την εβδομάδα για 30 – 45 λεπτά, με ένταση 65–75% του HR_{max} . Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της γνωστικής λειτουργίας μετά την περίοδο προπόνησης (Belik et al., 2018). Στη μελέτη τους, ο Dashtidehkordi και οι συνεργάτες του (2019), διερεύνησαν την επίδραση 8 εβδομάδων ποδηλασίας για 30 λεπτά με ένταση ίση με 14 – 15 RPE και τρεις συνεδρίες την εβδομάδα σε συμπεριφορές που σχετίζονται με την υγεία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η άσκηση αύξησε τη φυσική λειτουργία και βελτίωσε τη διαχείριση του στρες. Τέλος, σε μια άλλη μελέτη, ο Carney και οι συνεργάτες του (1987) εξέτασαν την επίδραση της άσκησης (50 – 60% VO_{2max}) στους ψυχολογικούς δείκτες και την κατάθλιψη σε ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση και έδειξαν μείωση της κατάθλιψης.

4.2.2 Άσκηση με αντιστάσεις και νεφρικές νόσοι

Υπάρχει ένας αυξανόμενος όγκος στοιχείων που καταδεικνύουν ότι η προπόνηση με αντιστάσεις είναι μια σημαντική συμπληρωματική στρατηγική που παρέχει πολλά οφέλη στους ασθενείς με ΧΝΝ, συμπεριλαμβανομένης της μειωμένης απώλειας μυϊκής μάζας και δύναμης, των βελτιωμένων δεικτών φλεγμονής και αγγειακής ενδοθηλιακής λειτουργίας και του μειωμένου οξειδωτικού στρες (Watson et al., 2014). Ασθενείς με νεφρική νόσο και ασθενείς με μεταμόσχευση νεφρού αναπτύσσουν επίσης διαταραχές που σχετίζονται με τον ύπνο, αυξημένη φλεγμονή, ανισορροπία οξειδοαναγωγής και παράγοντες που σχετίζονται με την ενδοθηλιακή δυσλειτουργία (Cho et al., 2018). Στη μελέτη τους, ο Corrêa και οι συνεργάτες του (2020) εξέτασαν την επίδραση της προπόνησης με αντιστάσεις στην ποιότητα του ύπνου, στην οξειδοαναγωγική ισορροπία και στους δείκτες φλεγμονής. Σε αυτή τη μελέτη, τα άτομα πραγματοποίησαν προπόνηση με αντιστάσεις για 12 εβδομάδες, με τρεις συνεδρίες την εβδομάδα και 50 λεπτά ανά συνεδρία. Οι ασκήσεις διεξήχθησαν στα άνω και κάτω άκρα και η RPE ήταν στο εύρος 6 – 8 με βάση την κλίμακα άσκησης αντίστασης OMNI (OMNI – RES). Η άσκηση εκτελέστηκε σε τρία σετ των 8 – 12 επαναλήψεων με διαστήματα ανάπαυσης 2 λεπτών μεταξύ των σετ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προπόνηση με αντιστάσεις βελτίωσε την ασυμμετρική διμεθυλοαργινίνη (Asymmetric Dimethylarginine, ADMA), αυξάνοντας τη βιοδιαθεσιμότητα του μονοξειδίου του αζώτου (Nitric Oxide, NO) και βελτίωσε την κατάσταση οξειδοαναγωγής και την ποιότητα του ύπνου, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα μειωμένο οξειδωτικό στρες και φλεγμονή.

Η μυϊκή απώλεια είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στη ΧΝΝ και είναι κλινικά κρίσιμη δεδομένης της ισχυρής συσχέτισής της με τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα σε πολλές άλλες χρόνιες παθήσεις. Η αιτιολογία της μυϊκής απώλειας είναι πολυπαραγοντική και περιλαμβάνει μεταβολική οξέωση, φλεγμονή, αντίσταση στην ινσουλίνη, οξειδωτικό στρες και σωματική αδράνεια (Watson et al., 2017). Ο Cheema και οι συνεργάτες του (2014) μελέτησαν την επίδραση 6 εβδομάδων προοδευτικής προπόνησης με αντιστάσεις στους μυϊκούς δείκτες (υπερτροφία, μυϊκή δύναμη). Σε αυτή τη μελέτη, 7 RCTs διερεύνησαν την επίδραση της προπόνησης με αντιστάσεις στη μυϊκή δύναμη ($n = 249$) και 6 μελέτες στην συνολική μυϊκή μάζα (αριθμός = 220). Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της μυϊκής δύναμης αλλά καμία αλλαγή στην συνολική μυϊκή μάζα.

Στη μελέτη τους, ο Bennett και οι συνεργάτες του (2016) διερεύνησαν την επίδραση της κατ' οίκο προπόνησης με αντιστάσεις σε ασθενείς που υποβάλλονταν σε περιτοναϊκή κάθαρση. Η άσκηση περιλάμβανε προπόνηση με αντιστάσεις (6 ασκήσεις στο πάνω και κάτω μέρος του σώματος χρησιμοποιώντας χοντρές χρωματιστές ελαστικές ταινίες και ελεύθερα βάρη). Η άσκηση πραγματοποιήθηκε με δύο σετ των 15 – 20 επαναλήψεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτιώσεις των δοκιμών sit – to – stand και timed up – and – go.

Η ποιότητα ζωής που σχετίζεται με την υγεία είναι ένα σημαντικό μέτρο έκβασης που χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε ασθενείς με ΧΝΝ. Αυτοί οι ασθενείς παρουσιάζουν σχετικά κακή φυσική λειτουργία και ποιότητα ζωής σε σύγκριση με υγιείς συνομηλίκους (Legrand et al., 2020). Ο Cheema και οι συνεργάτες του (2014) μελέτησαν την επίδραση της προοδευτικής προπόνησης με αντιστάσεις στην ποιότητα ζωής. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Οι ασθενείς με ΧΝΝ αναπτύσσουν διαταραχές μεταλλικών στοιχείων και οστών (Mineral and Bone Disorder, MBD), διότι ο ρυθμός οστικής απορρόφησης υπερβαίνει τον ρυθμό οστικού σχηματισμού, με αποτέλεσμα την απώλεια της ποσότητας και της ποιότητας των οστών. Οι συστηματικές αλλοιώσεις που προκαλούνται από τη νόσο περιλαμβάνουν μειωμένα επίπεδα καρβοξυλίωσης της βιταμίνης D και της οστεοκαλσίνης (Osteocalcin, OC) και αυξημένα επίπεδα PTH ορού και ινοβλαστικού αυξητικού παράγοντα – 23 ορού (Fibroblast Growth Factor 23, FGF – 23), που είναι οι κύριες ρυθμιστικές ορμόνες της ακεραιότητας των οστών και της ομοιόστασης των ανόργανων στοιχείων (Zoccali et al., 2017). Οι ασκήσεις με αντιστάσεις έχουν προταθεί ως δυναμικός διεγέρτης των οστεοκυττάρων για την παραγωγή σηματοδοτικών μορίων που ρυθμίζουν τον οστικό σχηματισμό και την οστική απορρόφηση (Hong and Kim, 2018). Σε μια συστηματική ανασκόπηση παρατηρητικών και πειραματικών μελετών, παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της άσκησης με αντιστάσεις και της οστικής πυκνότητας, με βελτιωμένο οστικό σχηματισμό και αναστολή της οστικής απορρόφησης (Russo, 2009). Επίσης, ο Marinho και οι συνεργάτες του (2016) εξέτασαν την επίδραση της ενδοσυνεδριακής προπόνησης με αντιστάσεις στη δραστηριότητα των οστεοβλαστών. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση του αλκαλικού φωσφορικού των οστών και της 1,25 – διυδροξυ – βιταμίνης D.

4.2.3 Συνδυασμένη άσκηση και νεφρικές νόσοι

Λίγες μελέτες έχουν διεξαχθεί σχετικά με τις επιδράσεις της συνδυασμένης προπόνησης (αερόβιας και αντιστάσης) άσκησης σε ασθενείς με ΧΝΝ. Η τακτική αερόβια άσκηση έχει ευνοϊκά αποτελέσματα στη βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής φυσικής κατάστασης και υγείας και της μυϊκής δύναμης, ενώ η άσκηση με αντιστάσεις αντιτίθεται στη σπατάλη ενέργειας – πρωτεΐνης (Protein Energy Wasting, PEW), διατηρεί τη μυϊκή μάζα και αυξάνει τη δύναμη (Kirkman, Edwards and Lennon – Edwards, 2014).

Σε μια RCT σε ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση, η συνδυασμένη προπόνηση (10 εβδομάδες) ήταν πιο αποτελεσματική από την προπόνηση με αντιστάσεις, από μόνη της, στη βελτίωση της λειτουργικής απόδοσης (6 MWTD) (Orcey et al., 2012). Μια πρόσφατη μετά – ανάλυση επιβεβαίωσε την υπόθεση ότι η συνδυασμένη προπόνηση είναι ευεργετική για τη βελτίωση της νεφρικής λειτουργίας σε ενήλικες ασθενείς με ΧΝΝ (σημαντική βελτίωση στα επίπεδα eGFR και κρεατινίνης ορού και μείωση της ΣΑΠ και ΔΑΠ). Ωστόσο, δεν καταδείχθηκαν σημαντικές διαφορές στην πρωτεϊνουρία, στα επίπεδα λιπιδίων και στην ποιότητα ζωής. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν την ιδέα ότι η συνδυασμένη άσκηση βελτιώνει τη νεφρική λειτουργία (Wu et al., 2020). Ο Watson και οι συνεργάτες του (2018) διερεύνησαν εάν η συνδυασμένη προπόνηση θα προκαλούσε μεγαλύτερες προσαρμογές (βελτιωμένη καρδιοαναπνευστική ικανότητα και καρδιακή λειτουργία μαζί με αυξημένη μυϊκή μάζα και δύναμη) σε σύγκριση με την αερόβια προπόνηση από μόνη της σε ασθενείς με ΧΝΝ σε φάση προ – κάθαρσης. Η προσθήκη ασκήσεων με αντιστάσεις στην αερόβια άσκηση βρέθηκε να προσφέρει μεγαλύτερες αυξήσεις στη μυϊκή μάζα και τη δύναμη, σε σύγκριση με την αερόβια άσκηση από μόνη της.

Σε αρκετές μελέτες, οι ερευνητές εξέτασαν τις επιδράσεις της συνδυασμένης προπόνησης στην απόδοση των ασθενών που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Σε μία μελέτη, μελετήθηκαν τα αποτελέσματα 24 εβδομάδων συνδυασμένης προπόνησης στην αρτηριακή πίεση, την ποιότητα ζωής, την αποτελεσματικότητα της αιμοκάθαρσης και την ικανότητα άσκησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της επάρκειας της αιμοκάθαρσης κατά 13,2% και μείωση της ΣΑΠ και ΔΑΠ κατά 8,5 και 6,5 mmHg, αντίστοιχα, αλλά καμία αλλαγή στην ποιότητα ζωής. Πιθανοί μηχανισμοί για αυτές τις επιδράσεις περιλαμβάνουν την αυξημένη ροή αίματος, με αποτέλεσμα την αύξηση της απελευθέρωσης και απέκκρισης τοξινών και ουρίας

(Huang et al., 2020). Σε μια άλλη μελέτη, ο Uchiyama και οι συνεργάτες του (2019) εξέτασαν την επίδραση 12 εβδομάδων κατ' οίκο συνδυασμένης προπόνησης (αερόβια άσκηση και προπόνηση με αντιστάσεις, 2 και 3 συνεδρίες την εβδομάδα, αντίστοιχα) στην ποιότητα ζωής και τη σωματική λειτουργία. Στην ομάδα άσκησης παρατηρήθηκε αύξηση των δεικτών που σχετίζονταν με ατομικές καθώς και ψυχολογικές επιδράσεις, της αερόβιας ικανότητας και της φυσικής λειτουργίας. Σε μια άλλη μελέτη, ο Watson και οι συνεργάτες του (2017) διαπίστωσαν ότι η συνδυασμένη προπόνηση είχε μεγαλύτερο αντίκτυπο στη ΧΝΝ, από ότι η αερόβια προπόνηση από μόνη της. Από αυτή την άποψη, ο Cho και οι συνεργάτες του (2018) συνέκριναν την επίδραση της αερόβιας προπόνησης, της προπόνησης με αντιστάσεις και της συνδυασμένης προπόνησης στην ποιότητα του ύπνου και στις καθημερινές δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση του MET στην αερόβια και τη συνδυασμένη προπόνηση, μείωση του δείκτη υποβάθμισης του ύπνου στην αερόβια προπόνηση και στην προπόνηση με αντιστάσεις και μείωση των ημερών καθιστικής ζωής σε όλους τους τύπους προπόνησης.

Ο Barcellos και οι συνεργάτες του (2018) διερεύνησαν την επίδραση 16 εβδομάδων αερόβιας προπόνησης και προπόνησης με αντιστάσεις στη γλυκόζη αίματος, την CRP, την αρτηριακή πίεση, τον eGFR και το λιπιδικό προφίλ. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική μείωση της γλυκόζης νηστείας και της CRP και αύξηση της λειτουργικής ικανότητας. Ο Hiraki και οι συνεργάτες του (2017) μελέτησαν την επίδραση της κατ' οίκο αεροβικής άσκησης και της άσκησης με αντιστάσεις σε ασθενείς με ΧΝΝ σε φάση προ – κάθαρσης. Βρέθηκε ότι οι εν λόγω ασκήσεις βελτίωσαν τη μυϊκή δύναμη των χεριών και των ποδιών, καθώς και τη φυσική σωματική. Αντίθετα δε βρέθηκε βελτίωση της νεφρικής λειτουργίας (GFR). Αυτή η έλλειψη αλλαγής στον GFR επιβεβαιώθηκε σε μια μελέτη από τον Hamada και τους συνεργάτες του (2016), οι οποίοι εφάρμοσαν αερόβια άσκηση και άσκηση με αντιστάσεις. Σε αυτή τη μελέτη, αναφέρθηκε επίσης αύξηση του MET στην ομάδα άσκησης.

4.2.4 Άσκηση περιορισμού της ροής αίματος και νεφρικές νόσοι

Την τελευταία δεκαετία, οι ερευνητές προχώρησαν ένα βήμα παραπέρα και εξέτασαν τον αντίκτυπο νέων μεθόδων προπόνησης, όπως η άσκηση με περιορισμό της ροής του αίματος (Blood Flow Restriction, BFR), σε ασθενείς με ESKD. Σε μία από αυτές τις μελέτες, ο Clarkson και οι συνεργάτες του (2020) συμπεριέλαβαν 10 ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση σε έναν από τους ακόλουθους τρεις τύπους άσκησης: δύο διαδοχικές συνεδρίες ποδηλασίας των 10 λεπτών σε δύο συνεδρίες αιμοκάθαρσης, δύο συνεδρίες ποδηλασίας με BFR τις ημέρες χωρίς θεραπεία αιμοκάθαρσης και δύο συνεδρίες ποδηλασίας με BFR τις ημέρες της θεραπείας αιμοκάθαρσης. Στη μελέτη μετρήθηκαν ο καρδιακός ρυθμός, η αρτηριακή πίεση και ο χρόνος κάθαρσης. Τα αποτελέσματα ανέφεραν μείωση της ΣΑΠ, της ΔΑΠ και της μέσης αρτηριακής πίεσης κατά 12, 5 και 11 mmHg, αντίστοιχα, σε μια περίοδο αποκατάστασης 60 λεπτών. Αυτή η μείωση επέστρεψε στα φυσιολογικά επίπεδα μετά την περίοδο αποκατάστασης. Ο BFR δεν επηρέασε τον όγκο του χρόνου κάθαρσης (kt / v). Οι ερευνητές ανέφεραν ότι η άσκηση με BFR ήταν συγκρίσιμη με την τυπική αερόβια άσκηση από άποψη αιμοδυναμικής ασφάλειας και ανεκτικότητας. Από αυτή την άποψη, ο Cardoso και οι συνεργάτες του (2020) εξέτασαν την επίδραση της ενδοσυνεδριακής άσκησης με BFR και την συνέκριναν με την παραδοσιακή άσκηση. Εξετάστηκαν τρεις ομάδες (αερόβια άσκηση, έλεγχος και BFR). Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της 6 MWTD στην ομάδα BFR σε σύγκριση με την παραδοσιακή μέθοδο και την ομάδα – έλεγχου.

4.2.5 Υψηλής – έντασης διαλειμματική προπόνηση και νεφρικές νόσοι

Η υψηλής – έντασης διαλειμματική προπόνηση (High – Intensity Interval Training, HIIT) ($\approx 85\% \text{ VO}_{2\text{max}}$) έχει αποτελέσει το επίκεντρο πολλών μελετών, οι οποίες υποθέτουν ότι η HIIT μπορεί να προκαλέσει σημαντικά οφέλη σε σύγκριση με την παραδοσιακή μέτριας – έντασης συνεχή άσκηση (Moderate – Intensity Continuous Exercise, MICE) ($\approx 50\% \text{ VO}_{2\text{max}}$) (Beetham et al., 2019; Nilsson et al., 2019). Οι βελτιωμένες καρδιαγγειακές και μεταβολικές συνέπειες που προκαλούνται από τη HIIT είναι ο λόγος για αυτήν την υπόθεση (Moholdt et al., 2012; Tjonna et al., 2013). Επιπλέον, η HIIT είναι ασφαλής για πολλούς πληθυσμούς υψηλού – κινδύνου (Moholdt et al., 2012), ακόμη και σε προχωρημένη ηλικία (Falahati, Arazi and Suzuki, 2020),

συμπεριλαμβανομένων των ασθενών με ΧΝΝ (Howden et al., 2015), γεγονός που καθιστά την ΗΠΤ μια ελκυστική θεραπευτική στρατηγική σε ασθενείς με ΧΝΝ (Arazi et al., 2022).

Ο Nilsson και οι συνεργάτες (2019) μελέτησαν τα αποτελέσματα 22 εβδομάδων ΗΠΤ σε σύγκριση με ΜΙCΤ σε ασθενείς που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση. Οι ασκήσεις πραγματοποιήθηκαν για δύο συνεδρίες την εβδομάδα με ένταση 50 – 60% HR_{max} για 45 λεπτά στην ομάδα ΜΙCΤ, και τρεις συνεδρίες με ένταση 85 – 95% HR_{max} στην ομάδα ΗΠΤ. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερη αύξηση της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου στην ομάδα ΗΠΤ, σε σύγκριση με την ομάδα ΜΙCΤ. Ο Beetham και οι συνεργάτες του (2019) πραγματοποίησαν μία παρόμοια μελέτη. Τα άτομα στην ομάδα ΗΠΤ πραγματοποίησαν 4 σετ των 4 λεπτών με 80 – 95% HR_{max} και τα άτομα στην ομάδα ΜΙCΤ πραγματοποίησαν 40 λεπτά με 65% HR_{max} και μετρήθηκαν δείκτες μιτοχονδριακής βιογένεσης, καταβολισμού των μυών και σύνθεσης πρωτεϊνών των μυών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ΗΠΤ είναι ένας εφικτός και ασφαλής τύπος άσκησης για ασθενείς με ΧΝΝ και ότι και οι δύο τύποι άσκησης οδήγησαν σε αύξηση της ικανότητας σύνθεσης πρωτεϊνών στους σκελετικούς μύες καθώς και της ικανότητας άσκησης.

4.2.6 Ηλεκτρική μυϊκή διέγερση και νεφρικές νόσοι

Η ηλεκτρική μυϊκή διέγερση (Electrical Muscle Stimulation, EMS) χρησιμοποιείται ως ένα είδος θεραπείας για τη μείωση της απώλειας μυϊκής μάζας μέσω της επίδρασής της στη μυϊκή δραστηριότητα καθώς και στη βελτίωση της αντίστασης στην ινσουλίνη. Επιπλέον, η ηλεκτροθεραπεία έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει τη νεφρική λειτουργία λόγω των επιδράσεων της στο κυκλοφορικό σύστημα καθώς και στη μείωση του συμπαθητικού τόνου (Di Iorio et al., 2013). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση μπορεί να παρουσιάζουν κακή φυσική κατάσταση και χαμηλή ανοχή στην άσκηση (Roxo et al., 2016). Μπορεί επίσης να υποφέρουν από αναπνευστικές δυσλειτουργίες. Ως αποτέλεσμα, ο Roxo και οι συνεργάτες του (2016) αξιολόγησαν τα αποτελέσματα της EMS στην πνευμονική λειτουργία και τη λειτουργική ικανότητα ασθενών με ΧΝΝ που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Τα άτομα τυχαιοποιήθηκαν σε ομάδες ελέγχου και θεραπείας. Η ομάδα θεραπείας υποβλήθηκε σε ενδοσυνεδριακή EMS του τετρακέφαλου μηριαίου μύος για 30 λεπτά, τρεις φορές την εβδομάδα

για δύο μήνες. Η EMS είχε θετικό αντίκτυπο στην πνευμονική λειτουργία και στη λειτουργική ικανότητα, οδηγώντας σε καλύτερη σωματική απόδοση.

4.2.7 Άσκηση και αποκατάσταση σε ασθενείς με νευρογενή κύστη, πολυκυστική νεφρική νόσο και σπειραματονεφρίτιδα

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει γνωστή η έννοια της νεφρικής αποκατάστασης. Ο ΠΟΥ όρισε την αποκατάσταση ως «ένα σύνολο παρεμβάσεων που απαιτούνται για την ανάκτηση ή τη βελτίωση των συνθηκών που μπορεί να επιφέρουν αναπηρίες και κοινωνικά μειονεκτήματα». Αντίστοιχα, η νεφρική αποκατάσταση ορίστηκε ως «ένα μακροπρόθεσμο συντονισμένο πρόγραμμα (άσκηση, διατροφή κ.λπ.) για τη βελτίωση των σωματικών / ψυχικών επιδράσεων με βάση τη νεφρική νόσο και τη θεραπεία κάθαρσης, τη βελτίωση της μακροζωίας και των ψυχοκοινωνικών και επαγγελματικών συνθηκών» (Yamagata et al., 2019).

Πιστεύεται ότι οι ασθενείς με νευρογενή κύστη έχουν σημαντικά υψηλότερο κίνδυνο εμφάνισης ΧΝΝ σε σύγκριση με το γενικό πληθυσμό (Choi, Oh and Sung, 2015). Στη μελέτη του Andrade και των συνεργατών του (2016) συμμετείχαν συνολικά 210 ασθενείς με ιστορικό νευρογενούς κύστης. Το πρόγραμμα κινητοθεραπείας περιλάμβανε την ηλεκτρική διέγερση των μυών του πυελικού εδάφους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η φυσικοθεραπεία ήταν αποτελεσματική στη μείωση των συμπτωμάτων, στην αύξηση της μυϊκής δύναμης του περινέου και στη βελτίωση των ουροδυναμικών παραμέτρων και της ποιότητας ζωής.

Η πολυκυστική νόσος των νεφρών, η πιο κοινή κληρονομήσιμη νεφρική νόσος, χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη κύστεων στα νεφρά και σε άλλα όργανα (Grantham et al., 2006). Στη μελέτη τους, ο Martinez και οι συνεργάτες του (2004) μελέτησαν την επίδραση της αερόβιας άσκησης σε ασθενείς με πολυκυστική νόσο των νεφρών. Οι ασθενείς πραγματοποίησαν 12 εβδομάδες αερόβιας άσκησης με ποδήλατο. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της ΔΑΠ, αύξηση της ΣΑΠ και αύξηση της μάζας της αριστερής κοιλίας ως απόκριση στην άσκηση στην ομάδα – άσκησης σε σχέση με την ομάδα – ελέγχου. Σε μια άλλη μελέτη, ο Reinecke και οι συνεργάτες του (2014) εξέτασαν την επίδραση της άσκησης στην αποτελεσματικότητα της αιμοκάθαρσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλότερη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και αναερόβιο κατώφλι σε ασθενείς με πολυκυστική νόσο των νεφρών σε σύγκριση με τους υγιείς συνομηλίκους τους.

Στη μελέτη τους, ο Yamagata και οι συνεργάτες του (2019) ανέπτυξαν κατευθυντήριες οδηγίες για την συνταγογράφηση άσκησης σε ασθενείς με νεφρική νόσο. Σε ασθενείς με χρόνια σπειραματονεφρίτιδα με μέτρια πρωτεϊνουρία (0,8 – 1,5), η άσκηση οδήγησε σε αυξημένη πρωτεϊνουρία, αλλά επέστρεψε στην αρχική τιμή 2 ώρες μετά την άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι μετά από τη δοκιμή “Bruce stress exercise test”, η πρωτεϊνουρία αυξήθηκε κατά 69,5%, αλλά 2 ώρες μετά το τέλος της άσκησης, το επίπεδο της επέστρεψε στην αρχική τιμή. Αντίθετα, η νεφρική λειτουργία αυξήθηκε κατά 7,1% μετά την άσκηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα χαμηλά επίπεδα αιμοσφαιρίνης, η μειωμένη νεφρική λειτουργία και η πρωτεϊνουρία ήταν υψηλότερα σε ασθενείς με χαμηλά επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, ενώ το VO_{2peak} ήταν υψηλότερο σε ασθενείς με ικανοποιητικά επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και είχε αντίστροφη σχέση με τη διάρκεια της νόσου. Το κύριο σημείο είναι ότι δεν υπήρχαν ενδείξεις ότι η θεραπευτική άσκηση επιδείνωσε την κατάσταση αυτών των ασθενών. Η σπειραματονεφρίτιδα είναι φλεγμονή των σπειραμάτων των νεφρών και μπορεί να εμφανιστεί ξαφνικά (οξεία) ή σταδιακά (χρόνια). Δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι η πρόγνωση της σπειραματονεφρίτιδας επιδεινώνεται με την άσκηση ή ότι η πρόγνωση βελτιώνεται με την ανάπαυση και τον περιορισμό της άσκησης. Επομένως, δεν συνίσταται περιορισμός της άσκησης σε ασθενείς με σπειραματονεφρίτιδα (Yamagata et al., 2019).

Συζήτηση

Ο στόχος αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης ήταν να περιγράψει τα προγράμματα άσκησης καθώς και την επίδραση τους στην πρόοδο της νεφρικής νόσου και σε άλλους παράγοντες που σχετίζονται με τη ΧΝΝ. Παλαιότερα, η φυσική δραστηριότητα δεν συνιστώνταν για ασθενείς με ΧΝΝ λόγω του γεγονότος ότι η αύξηση της δραστηριότητας του συμπαθητικού νευρικού συστήματος, κατά τη διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας, μείωνε τη νεφρική αιματική ροή, γεγονός που θα μπορούσε δυνητικά να αλλάξει τις δομές των νεφρών και να επηρεάσει τη λειτουργία τους (Painter and Marcus, 2013; Tlatoa – Ramirez et al., 2014).

Η ανασκόπηση των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία έδειξε ότι η άσκηση δεν σχετίζεται με αλλαγές στον GFR. Αντίθετα δείχθηκε ότι, η καλύτερη φυσική κατάσταση και η άσκηση συσχετίζονται με χαμηλότερο κίνδυνο θνησιμότητας, καθώς και επιδείνωσης της νεφρικής λειτουργίας, και με υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης του μοσχεύματος σε μεταμοσχευμένους ασθενείς (MacKinnon et al., 2018). Άλλες μελέτες εντόπισαν παρόμοια αποτελέσματα σχετικά με τη θνησιμότητα στον πληθυσμό ασθενών που υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση (Stack et al., 2005).

Η πρωτεϊνουρία είναι επίσης ένας θεμελιώδης παράγοντας κινδύνου για την πρόοδο της ΧΝΝ. Είναι γνωστό ότι ορισμένες καταστάσεις, όπως η έντονη άσκηση, μπορεί να συμβάλει στην εμφάνιση ή την αύξηση της πρωτεϊνουρίας (Bellinghieri, Savice and Santoro, 2008; Saeed et al., 2002). Αντίθετα, η μέτριας – έντασης σωματική δραστηριότητα δε φαίνεται να οδηγεί σε υψηλότερο βαθμό πρωτεϊνουρίας, γι' αυτό θα μπορούσε να συνταγογραφηθεί με ασφάλεια σε ασθενείς με ΧΝΝ (Headley et al., 2012; Hiraki et al., 2017; Howden et al., 2015; Leehey et al., 2009; Leehey et al., 2016; Pechter, Raag and Ots – Rosenberg, 2014).

Οι επιπτώσεις της σωματικής δραστηριότητας στην αερόβια ικανότητα είναι γνωστές. Οι ασθενείς με ΧΝΝ παρουσιάζουν πολύ μικρή ανοχή στην άσκηση που οφείλεται, μεταξύ άλλων, στην συσσώρευση των παραπροϊόντων του σώματος, στην αναιμία και στην απώλεια μυϊκής μάζας. Όλα αυτά οδηγούν σε χαμηλότερα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας σε σύγκριση με αυτά του γενικού πληθυσμού (Beddhu et al., 2009). Η άσκηση θεωρείται ότι παρέχει σημαντική βελτίωση στη λειτουργική ικανότητα και την αερόβια ικανότητα (Vanden – Wyngaert et al.,

2018). Επιπλέον, η αύξηση των επιπέδων αιμοσφαιρίνης με την προπόνηση άσκησης μπορεί να συμβάλλει σε αυτή τη βελτίωση, μειώνοντας την αίσθηση ασθένειας (Howden et al., 2015; Leehey et al., 2009; Leehey et al., 2016).

Η ΧΝΝ είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για καρδιαγγειακή νοσηρότητα και θνησιμότητα. Η αύξηση του επιπολασμού της ΧΝΝ τις τελευταίες δεκαετίες συμπίπτει με την αύξηση της παχυσαρκίας, του σακχαρώδη διαβήτη και του μεταβολικού συνδρόμου. Η βελτίωση της αναιμίας που σχετίζεται με την άσκηση μπορεί να παρέχει σε αυτούς τους ασθενείς ένα προφανές όφελος από την άποψη της καρδιαγγειακής υγείας. Επιπλέον, η φυσική κατάσταση θα μπορούσε να βελτιώσει άλλες πτυχές, όπως την αρτηριακή πίεση (Stump, 2011; Thompson et al., 2019). Ο καλύτερος έλεγχος της αρτηριακής πίεσης είναι πολύ σημαντικός σε αυτούς τους ασθενείς, καθώς ο υψηλός καρδιαγγειακός κίνδυνος και η υπέρταση είναι αναγνωρισμένοι παράγοντες νεφρικής βλάβης και προόδου της ΧΝΝ (Santamaria – Olma and Gorostidi – Perez, 2013). Στις μελέτες της ανασκόπησης παρατηρήθηκε ότι η αερόβια άσκηση προσφέρει καλύτερο έλεγχο των επιπέδων της ΣΑΠ, βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα (Aioke et al., 2015; Aioke et al., 2018; Headley et al., 2017; Leehey et al., 2016).

Τα επίπεδα HDL και LDL δεν φαίνεται να τροποποιούνται με τη φυσική δραστηριότητα (Headley et al., 2014; Howden et al., 2015; Leehey et al., 2009; Leehey et al., 2016; Van Craenenbroek et al., 2015). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το λιπιδικό προφίλ των ασθενών με ΧΝΝ είναι διαφορετικό από αυτό της δυσλιπιδαιμίας στο γενικό πληθυσμό, και ποικίλλει ανάλογα με την σοβαρότητα της νεφρικής δυσλειτουργίας. Η δυσλιπιδαιμία στη ΧΝΝ χαρακτηρίζεται από υπερτριγλυκεριδαιμία, μεταβλητά επίπεδα LDL – χοληστερόλης και χαμηλά επίπεδα HDL – χοληστερόλης. Στα αρχικά στάδια παρατηρούνται αυξημένα επίπεδα LDL – χοληστερόλης, αλλά σε περισσότερο προχωρημένα στάδια αυτή η παράμετρος ομαλοποιείται ή ακόμη και μειώνεται. Το project NEFROVA (National Observatory of Atherosclerosis in Nephrology) παρατήρησε προοδευτική μείωση των επιπέδων της ολικής χοληστερόλης, της LDL – χοληστερόλης, της HDL – χοληστερόλης και της μη – HDL χοληστερόλης, ανάλογα με το στάδιο της νεφρικής νόσου (Bermudez – Lopez et al., 2018).

Σύμφωνα με τα παρόντα δεδομένα η γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη δε φαίνεται να τροποποιείται με τη φυσική δραστηριότητα. Ορισμένες εργασίες συσχετίζουν τα υψηλότερα επίπεδα γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης με υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Ωστόσο, διάφοροι παράγοντες όπως η αναιμία και η χρήση παραγόντων που διεγείρουν την ερυθροποίηση ή συμπληρωμάτων σιδήρου, παρουσία ΧΝΝ, μεταβάλλουν την σχέση μεταξύ της γλυκόζης αίματος και της αιμοσφαιρίνης, γεγονός που καθιστά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε αυτούς τους ασθενείς δύσκολη (De' Marziani and Elbert, 2018). Επιπλέον, η υπερφωσφαταιμία και ο δευτεροπαθής υπερπαραθυρεοειδισμός έχουν συνδεθεί με υψηλότερη καρδιαγγειακή νοσηρότητα και θνησιμότητα σε ασθενείς με ΧΝΝ. Ορισμένες μελέτες έχουν συσχετίσει την υψηλής – ή χαμηλής – έντασης φυσική δραστηριότητα με αλλαγές στον μεταβολισμό των οστών, μαζί με μια ήπια μείωση της PTH (Marinho et al., 2016).

Σε αυτή την ανασκόπηση, αναλύθηκαν ανθρωπομετρικές μεταβλητές οι οποίες συσχετίστηκαν επίσης με καρδιαγγειακά νοσήματα, όπως ο ΔΜΣ και η περιφέρεια μέσης. Στην πρώτη περίπτωση, μια παρέμβαση άσκησης έδειξε σημαντική μείωση του ΔΜΣ (Baria et al., 2014; Greenwood et al., 2015; Headley et al., 2012; Leehey et al., 2016). Όσον αφορά την περιφέρεια της μέσης, οι ασθενείς είχαν χαμηλότερη περιφέρεια κατά την ολοκλήρωση του προγράμματος άσκησης (Barria et al., 2014; Greenwood et al., 2015; Gregory et al., 2011; Headley et al., 2012; Howden et al., 2013). Τα αποτελέσματα είναι σημαντικά, καθώς και οι δύο μεταβλητές έχουν αναφερθεί ως προγνωστικοί παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου και εξέλιξης της ΧΝΝ (Flint et al., 2010).

Καθώς η ΧΝΝ προοδεύει, αυξάνονται και οι επιπλοκές. Οι μυοσκελετικές διαταραχές φαίνεται να είναι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας της ικανότητας για άσκηση και η κατάρρευση των μυών είναι ένας από τους ισχυρότερους προγνωστικούς παράγοντες θνησιμότητας σε άτομα με ΧΝΝ (Desmeules et al., 2004). Με βάση τα ευρήματα, ένα πρόγραμμα προπόνησης βελτιώνει τη δύναμη των άνω άκρων (Aioke et al., 2015; Aioke et al., 2018). Ωστόσο, απαιτούνται περισσότερες μελέτες για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της άσκησης στη δύναμη των κάτω άκρων (Villanego et al., 2020).

Τέλος, οι επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής είναι επίσης ιδιαίτερα σημαντικές. Τα συμπτώματα της ίδιας της νόσου περιορίζουν τις φυσικές δραστηριότητες, παρεμβαίνουν στις καθημερινές δραστηριότητες, εντείνουν τον πόνο και την επίδρασή του σε καθημερινά καθήκοντα, γεγονός που μεταφράζεται στο ότι ο ασθενής αξιολογεί χειρότερα την κατάσταση της υγείας του (Perales – Montilla et al., 2016). Αυτή η ανασκόπηση δείχνει ότι ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης προσφέρει οφέλη στην ποιότητα ζωής, βελτιώνοντας τη φυσική συνιστώσα, η οποία περιγράφεται ως κύριος παράγοντας της ποιότητας ζωής των ασθενών με ΧΝΝ που δεν υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης ή που δεν έχουν λάβει μόσχευμα νεφρού (Rossi et al., 2014; Tang et al., 2017). Μια μετά – ανάλυση που δημοσιεύτηκε από τον Zhao και τους συνεργάτες του (2019) αποκαλύπτει ότι η σωματική δραστηριότητα μπορεί να βελτιώσει την κόπωση, το άγχος και την κατάθλιψη σε ασθενείς με ΧΝΝ, ειδικά σε αυτούς που υποβάλλονται σε θεραπεία κάθαρσης. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να διερευνηθεί ο κατάλληλος τύπος άσκησης για αυτούς τους ασθενείς, με την συμπερίληψή της από τα πρώτα στάδια για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και την καθυστέρηση της προόδου της νεφρικής νόσου.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η φυσική δραστηριότητα και η άσκηση που πραγματοποιούνται σε χαμηλή – μέτρια ένταση προσφέρουν σημαντικά οφέλη σε ασθενείς με νεφρική νόσο, δεδομένου ότι βελτιώνουν την αερόβια και τη λειτουργική ικανότητα, και επηρεάζουν θετικά την αντιληπτή ποιότητα ζωής. Παράλληλα επιτρέπουν τον έλεγχο των επιπέδων της αρτηριακής πίεσης και βελτιώνουν ορισμένες αναλυτικές παραμέτρους, όπως η αιμοσφαιρίνη. Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πρόγραμμα άσκησης περιλαμβάνει αερόβια άσκηση 30 λεπτά την ημέρα, τρεις έως πέντε φορές την εβδομάδα, με ένταση και συχνότητα που προσαρμόζεται στην ανεκτικότητα του ασθενή. Επίσης ωφέλιμη κρίνεται η συμπερίληψη ασκήσεων με αντιστάσεις και ασκήσεων ευλυγισίας. Οι επιπτώσεις της άσκησης στην πρόοδο της νεφρικής νόσου και στην έναρξη της RRT δεν είναι σαφείς και τα στοιχεία σχετικά με αυτό είναι περιορισμένα. Ωστόσο, δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στη νεφρική λειτουργία. Επομένως, η φυσική δραστηριότητα και η άσκηση μπορούν να εφαρμοστούν με ασφάλεια σε αιμοδυναμικά σταθερούς ασθενείς, με την ανασκόπηση να υποστηρίζει την συμπερίληψη της άσκησης ως βασικό στοιχείο στη φροντίδα των ασθενών με ΧΝΝ.

Βιβλιογραφία

- Abdelaal AAM, Abdulaziz EM. Effect of exercise therapy on physical performance and functional balance in patients on maintenance renal hemodialysis: randomized controlled study. *J Exerc Rehabil* 2019; 15: 472–480
- Acebo Murillo M del R, Jiménez Luna CL, Guerrero Hidalgo LE, et al. Factors that influence the decision to start dialysis treatment in patients At The “Abel Gilbert Pontón” Hospital – 2019. *Más Vita*. 2020;2(3):76– 89.
- Aioke DT, Baria F, Kamimura MA, et al. Home-based versus center-based aerobic exercise on cardiopulmonary performance, physical function, quality of life and quality of sleep of overweight patients with chronic kidney disease. *Clin Exp Nephrol*. 2018;22:87–98
- Aioke DT, Baria F, Kamimura MA, et al. Impact of home-based aerobic exercise on the physical capacity of overweight patients with chronic kidney disease. *Int Urol Nephrol*. 2015;47:359–67
- Alem A, Sharrard D, Gillen D, et al. Increased risk of hip fracture among patients with end-stage renal disease. *Kidney Int* 2000; 58: 396- 9
- American College of Sports Medicine. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. Eds. Swain DP, Brawner CA. Lippincott Williams & Wilkins, 2012.
- Ammirati AL. Chronic Kidney Disease. *Revista Da Associacao Medica Brasileira* (1992). 2020;66 Suppl 1(Suppl 1):s03–s09
- Andrade RC, Neto JA, Andrade L, et al. Effects of Physiotherapy in the Treatment of Neurogenic Bladder in Patients Infected with Human T-Lymphotropic Virus 1. *Urology* 2016;89:33–39
- Arazi H, Mohabbat M, Saidie P, et al. Effects of Different Types of Exercise on Kidney Diseases. *Sports (Basel)*. 2022 Mar 10;10(3):42.
- Archer E, Blair SN. Physical activity and the prevention of cardiovascular disease: from evolution to epidemiology. *Prog Cardiovasc Dis*. 2011;53(6):387–96
- Ashby D, Borman N, Burton J, et al. Renal association clinical practice guideline on haemodialysis. *BMC Nephrol*. 2019;20(1):379
- Baggetta R, on behalf of the EXCITE Working Group, D’Arrigo G, et al. Effect of a home based, low intensity, physical exercise program in older adults dialysis patients: A secondary analysis of the excite trial. *BMC Geriatr*. 2018;18:248
- Baker LA, March DS, Wilkinson TJ, et al. Clinical practice guideline exercise and lifestyle in chronic kidney disease. *BMC Nephrol*. 2022 Feb 22;23(1):75.

- Bansal N, McCulloch CE, Rahman M, et al. Blood Pressure and Risk of All-Cause Mortality in Advanced Chronic Kidney Disease and Hemodialysis: The Chronic Renal Insufficiency Cohort Study. *Hypertension* 2015; 65: 93-100.
- Barcellos FC, Santos IS, Umpierre D et al. Effects of exercise in the whole spectrum of chronic kidney disease: a systematic review. *Clin Kidney J* 2015; 8: 753–765
- Barcellos FC, Del Vecchio FB, Reges A, et al. Exercise in patients with hypertension and chronic kidney disease: A randomized controlled trial. *J. Hum. Hypertens.* 2018;32:397–407
- Baria F, Kamimura MA, Aoike DT, et al. Randomized controlled trial to evaluate the impact of aerobic exercise on visceral fat in overweight chronic kidney disease patients. *Nephrol Dial Transplant* 2014;29:857-864
- Beddhu S, Baird BC, Zitterkoph J, et al. Physical activity and mortality in chronic kidney disease (NHANES III). *Clin J Am Soc Nephrol.* 2009;4:1901–6
- Beetham KS, Howden EJ, Fassett RG, et al. High-intensity interval training in chronic kidney disease: A randomized pilot study. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2019;29:1197–1204
- Belik FS, Silva VROE, Braga GP, et al. Influence of intradialytic aerobic training in cerebral blood flow and cognitive function in patients with chronic kidney disease: A pilot randomized controlled trial. *Nephron* 2018;140:9–17
- Bellinghieri G, Savice V, Santoro D. Renal alterations during exercise. *J Ren Nutr.* 2008;18:158–64
- Bellizzi V, Cupisti A, Capitanini A, et al. Physical activity and renal transplantation. *Kidney Blood Press Res.* 2014;39(2–3):212–9
- Bennett PN, Fraser S, Barnard R et al. Effects of an intradialytic resistance training programme on physical function: a prospective stepped-wedge randomized controlled trial. *Nephrol Dial Transplant* 2016; 31: 1302–130
- Bermúdez-López M, Betriu A, Valdivieso JM, et al. Más allá de los parámetros lipídicos tradicionales en la enfermedad renal crónica. *Nefrología.* 2018;38:109–13
- Bikbov B, Purcell CA, Levey AS, et al. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet.* 2020;395(10225):709–733
- Birdee GS, Rothman RL, Sohl SJ et al. Feasibility and safety of intradialysis yoga and education in maintenance hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 2015; 25: 445–453
- Bogataj S, Pajek M, Ponikvar JB, et al. Outcome expectations for exercise and decisional balance questionnaires predict adherence and efficacy of exercise programs in dialysis patients. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17: 3175

- Bogataj S, Pajek J, Ponikvar JB, et al. Kinesiologist-guided functional exercise in addition to intradialytic cycling program in end-stage kidney disease patients: A randomised controlled trial. *Sci. Rep.* 2020;10:5717.
- Bohm C, Schick-Makaroff K, MacRae JM et al. The role of exercise in improving patient-reported outcomes in individuals on dialysis: a scoping review. *Semin Dial* 2019; 32: 336–35
- Bohm C, Stewart K, Onyskie-Marcus J, et al. Effects of intradialytic cycling compared with pedometry on physical function in chronic outpatient hemodialysis: a prospective randomized trial. *Nephrol Dial Transplant* 2014;29: 1947–1955.
- Bronas UG. Exercise training and reduction of cardiovascular disease risk factors in patients with chronic kidney disease. *Advances in Chronic Kidney Disease* 2009;16:449-458
- Brown PDS, Rowed K, Shearer J, et al. Impact of intradialytic exercise intensity on urea clearance in hemodialysis patients. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2018;43:101–104.
- Burton JO, Gray LJ, Webb DR, et al. Association of anthropometric obesity measures with chronic kidney disease risk in a non-diabetic patient population. *Nephrol Dial Transplant.* 2012;27(5):1860-6.
- Cardoso RK, Araujo AM, Del Vechio FB, et al. Intradialytic exercise with blood flow restriction is more effective than conventional exercise in improving walking endurance in hemodialysis patients: A randomized controlled trial. *Clin. Rehabil.* 2020;34:91–98
- Carney RM, Templeton B, Hong BA, et al. Exercise Training Reduces Depression and Increases the Performance of Pleasant Activities in Hemodialysis Patients. *Nephron Exp. Nephrol.* 1987;47:194–198
- Castaneda C, Gordon PL, Parker RC et al. Resistance training to reduce the malnutrition-inflammation complex syndrome of chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis* 2004; 43: 607–616
- Castaneda C, Gordon PL, Uhlin KL et al. Resistance training to counteract the catabolism of a low-protein diet in patients with chronic renal insufficiency. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2001; 135: 965–9
- Chan W, Chin SH, Whittaker AC, et al. The associations of muscle strength, muscle mass, and adiposity with clinical outcomes and quality of life in prevalent kidney transplant recipients. *J Ren Nutr.* 2019;29(6):536–47
- Cheema BS, Chan D, Fahey P, Atlantis E. Effect of Progressive Resistance Training on Measures of Skeletal Muscle Hypertrophy, Muscular Strength and Health-Related Quality of Life in Patients with Chronic Kidney Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2014;44:1125–1138
- Chen PY, Huang YC, Kao YH, Chen JY. Effects of an exercise program on blood biochemical values and exercise stage of chronic kidney disease patients. *J Nurs Res.* 2010;18:98–107

- Cho JH, Lee JY, Lee S, et al. Effect of intradialytic exercise on daily physical activity and sleep quality in maintenance hemodialysis patients. *Int. Urol. Nephrol.* 2018;50:745–754
- Choi HM, Oh DJ, Sung BM. FP291neurogenic bladder and chronic kidney disease in spinal cord injury patients. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2015;30:iii164.
- Chu N, McAdams-DeMarco MA. Exercise and cognitive function in patients with end-stage kidney disease. *Semin. Dial.* 2019;32:283–290
- Clarke AL, Young HM, Hull KL et al. Motivations and barriers to exercise in chronic kidney disease: a qualitative study. *Nephrol Dial Transplant* 2015; 30: 1885–1892
- Clarkson MJ, Brumby C, Fraser SF, et al. Hemodynamic and perceptual responses to blood flow-restricted exercise among patients undergoing dialysis. *Am. J. Physiol. Physiol.* 2020;318:F843–F850
- Clyne N, Anding-Rost K. Exercise training in chronic kidney disease-effects, expectations and adherence. *Clin Kidney J.* 2021 May 6;14(Suppl 2):ii3-ii14.
- Collins MM, Corcoran P, Perry IJ. Anxiety and depression symptoms in patients with diabetes. *Diabetic Medicine* 2009;26:153-161
- Cooke MAB, Ta BV, Iqbal S, et al. The Impact of Intradialytic Pedaling Exercise on Arterial Stiffness: A Pilot Randomized Controlled Trial in a Hemodialysis Population. *Am. J. Hypertens.* 2017;31:458–466
- Corrêa HDL, Moura SRG, Neves RVP, et al. Resistance training improves sleep quality, redox balance and inflammatory profile in maintenance hemodialysis patients: A randomized controlled trial. *Sci. Rep.* 2020;10: 11708
- Dashtidehkordi A, Shahgholian N, Attari F. Exercise during hemodialysis and health promoting behaviors: A clinical trial. *BMC Nephrol.* 2019;20:96.
- de Medeiros AIC, Fuzari HKB, Rattesa C et al. Inspiratory muscle training improves respiratory muscle strength, functional capacity and quality of life in patients with chronic kidney disease: a systematic review. *J Physiother* 2017; 63: 76–83
- De'Marziani G, Elbert AE. Hemoglobina glicada. Utilidad y limitaciones en pacientes con enfermedad renal crónica. *Rev Nefrol Dial Traspl.* 2018;38:65–83.
- Delgado C, Johansen KL. Barriers to exercise participation among dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2012; 27: 1152–1157
- Desmeules S, Lévesque R, Jausse I, et al. Creatinine index and lean body mass are excellent predictors of long-term survival in haemodiafiltration patients. *Nephrol Dial Transplant.* 2004;19:1182–9

- Di Iorio B, Torraca S, Gustaferrero P, et al. High-frequency external muscle stimulation in acute kidney injury (AKI): Potential shortening of its clinical course. *Clin. Nephrol.* 2013;79:S37–S45
- Didsbury M, McGee RG, Tong A, et al. Exercise training in solid organ transplant recipients: a systematic review and meta-analysis. *Transplantation.* 2013;95(5):679–87.
- Dungey M, Bishop NC, Young HM, et al. The Impact of Exercising During Haemodialysis on Blood Pressure, Markers of Cardiac Injury and Systemic Inflammation - Preliminary Results of a Pilot Study. *Kidney Blood Press Res* 2015; 40:593-604
- Falahati A, Arazi H, Suzuki K. Acute Responses of Cardiac Biomarkers to Intermittent and Continuous Exercise Are Related to Age Difference but Not I/D Polymorphism in the ACE Gene. *Front. Physiol.* 2020;11:665.
- Fiaccadori E, Sabatino A, Schito F et al. Barriers to physical activity in chronic hemodialysis patients: a single-center pilot study in an Italian dialysis facility. *Kidney Blood Press Res* 2014; 39: 169–175
- Flint AJ, Rexrode KM, Hu FB, et al. Body mass index, waist circumference and risk of coronary heart disease: a prospective study among men and women. *Obes Res Clin Pract.* 2010;4:171–81,
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334–59
- Gomes TS, Aioke DT, Baria F, et al. Effect of aerobic exercise on markers of bone metabolism of overweight and obese patients with chronic kidney disease. *J Ren Nutr.* 2017;27:364–71,
- Gould DW, Graham-Brown MP, Watson EL, et al. Physiological benefits of exercise in pre-dialysis chronic kidney disease. *Nephrology* 2014;19: 519-527.
- Grantham JJ, Chapman AB, Guay-Woodford LM, et al. CRISP Investigators. Volume progression in polycystic kidney disease. *N. Engl. J. Med.* 2006;354:2122–2130
- Greenwood SA, Koufaki P, Mercer TH, et al. Effect of exercise training on estimated GFR vascular health, and cardiorespiratory fitness in patients with CKD: a pilot randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2015;65:425–34,
- Gregory SM, Headley SA, Germain M, et al. Lack of circulating bioactive and immunoreactive IGF-I changes despite improved fitness in chronic kidney disease patients following 48 weeks of physical training. *Growth Horm IGF Res.* 2011;21:51–6
- Hamada M, Yasuda Y, Kato S, et al. The effectiveness and safety of modest exercise in Japanese patients with chronic kidney disease: A single-armed interventional study. *Clin. Exp. Nephrol.* 2016;20:204–211

- Hamza E, Metzinger L, Meuth VML. Uremic Toxins Affect Erythropoiesis during the Course of Chronic Kidney Disease: A Review. *Cells* 2020;9:2039.
- Han M, Ye X, Preciado P, et al. Relationships between neighborhood walkability and objectively measured physical activity levels in hemodialysis patients. *Blood Purif* 2018; 45: 236–244
- Hardman AE, Stensel DJ. Physical activity and the risk of disease: Cardiovascular disease. In *Physical Activity and Health, The Evidence Explained*, 2nd edn, Abingdon, UK: Routledge, 2009
- Headley S, Germain M, Milch C, et al. Exercise training improves HR responses and VO2 peak in predialysis kidney patients. *Med Sci Sports Excer.* 2012;44:2392–9
- Headley S, Germain M, Wood R, et al. The blood pressure response to acute and chronic exercise in chronic kidney disease. *Nephrology (Carlton).* 2017;22:72–8
- Headley S, Germain M, Wood R, et al. Short-term aerobic exercise and vascular function in CKD stage 3: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2014;64:222–9
- Headley SA, Germain MJ, Milch CM, et al. Immediate blood pressure-lowering effects of aerobic exercise among patients with chronic kidney disease. *Nephrology* 2008;13: 601-606.
- Hedayati SS, Yalamanchili V, Finkelstein FO. A practical approach to the treatment of depression in patients with chronic kidney disease and end-stage renal disease. *Kidney Int.* 2012 Feb;81(3):247-55.
- Heiwe S, Tollbäck A, Clyne N. Twelve weeks of exercise training increases muscle function and walking capacity in elderly predialysis patients and healthy subjects. *Nephron* 2001;88: 48-56.
- Heiwe S, Jacobson SH. Exercise training for adults with chronic kidney disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews Issue* 2011;10:1-386.
- Hellberg M, Hoglund P, Svensson P et al. Randomized controlled trial of exercise in CKD—the RENEXC study. *Kidney Int Rep* 2019; 4: 963–976
- Hiraki K, Shibagaki Y, Izawa KP, et al. Effects of home-based exercises on pre-dialysis patients: a randomized pilot and feasibility trial. *BMC Nephrol.* 2017;18:198
- Hong AR, Kim SW. Effects of Resistance Exercise on Bone Health. *Endocrinol. Metab.* 2018;33:435–444
- Hornik B, Duława J. Frailty, quality of life, anxiety, and other factors affecting adherence to physical activity recommendations by hemodialysis patients. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: 1827
- Howden EJ, Coombes JS, Strand H et al. Exercise training in CKD: efficacy, adherence, and safety. *Am J Kidney Dis* 2015; 65: 583–591
- Howden EJ, Coombes JS, Strand H, et al. Exercise training in CKD: efficacy, adherence, and safety. *Am J Kidney Dis.* 2015;65:583–91
- Howden EJ, Leano R, Petchey W, et al. Effects of exercise and lifestyle intervention on cardiovascular function in CKD. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2013;8:1494–501

- Huang M, Lv A, Wang J et al. Exercise training and outcomes in hemodialysis patients: systematic review and meta-analysis. *Am J Nephrol* 2019; 50: 240–254
- Huang M, Lv A, Wang J, et al. The effect of intradialytic combined exercise on hemodialysis efficiency in end-stage renal disease patients: A randomized-controlled trial. *Int. Urol. Nephrol.* 2020;52:969–976
- Jankowski J, Floege J, Fliser D, et al. Cardiovascular Disease in Chronic Kidney Disease: Pathophysiological Insights and Therapeutic Options. *Circulation* 2021;143:1157–1172.
- Jansz TT, Bonenkamp AA, Boereboom FTJ, et al. Health-related quality of life compared between kidney transplantation and nocturnal hemodialysis. *PLoS One.* 2018;13(9):e0204405
- Jeong JH, Biruete A, Fernhall B, Wilund KR. Effects of acute intradialytic exercise on cardiovascular responses in hemodialysis patients. *Hemodial. Int.* 2018;22:524–533.
- Johansen KL. Anabolic and catabolic mechanisms in end-stage renal disease. *Advances in Chronic Kidney Disease* 2009;16:501-510.
- Johansen KL, Painter P. Exercise in individuals with CKD. *Am J Kidney Dis* 2012; 59:126-134
- Johansen KL. Exercise and chronic kidney disease: current recommendations. *Sports Med* 2005;35: 485-99
- Kanbay M, Afsar B, Siriopol D, et al. Endostatin in chronic kidney disease: Associations with inflammation, vascular abnormalities, cardiovascular events and survival. *Eur. J. Intern. Med.* 2016;33:81–87.
- Kendrick J, Ritchie M, Andrews E. Exercise in individuals with CKD: a focus group study exploring patient attitudes, motivations, and barriers to exercise. *Kidney Med* 2019; 1: 131–138
- Kirkman D, Muth B, Stock J, et al. Cardiopulmonary exercise testing reveals subclinical abnormalities in chronic kidney disease. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2018;25:1717–1
- Kirkman DL, Edwards DG, Lennon-Edwards S. Exercise as an Adjunct Therapy in Chronic Kidney Disease. *Ren. Nutr. Forum* 2014;33:1–8.
- Kokkinos P. Physical activity and cardiovascular disease prevention: Current recommendations. *Angiology* 2008;59:26S-2
- Koskamadis GC, John SG, Clapp EL, et al. Benefits of regular walking exercise in advanced pre-dialysis chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant.* 2012;27:997–1004
- Lavie CJ, Milani RV, O’Keefe JH, Lavie TJ. Impact of exercise training on psychosocial risk factors. *Progress in Cardiovascular Disease* 2011;53:464-470
- Leehey DJ, Collins E, Kramer HJ, et al. Structured exercise in obese diabetic patients with chronic kidney disease: a randomized controlled trial. *Am J Nephrol.* 2016;44:54–62,

- Leehey DJ, Moinuddin I, Bast JP, et al. Aerobic exercise in obese diabetic patients with chronic kidney disease: a randomized and controlled pilot study. *Cardiovasc Diabetol*. 2009;8:62,
- Legrand K, Speyer E, Stengel B, et al. Perceived Health and Quality of Life in Patients With CKD, Including Those with Kidney Failure: Findings from National Surveys in France. *Am. J. Kidney Dis*. 2020;75:868–878.
- Locke JE, Reed RD, Massie A, et al. Obesity increases the risk of end-stage renal disease among living kidney donors. *Kidney Int*. 2017;91(3):699–703.
- Lorenzo Sellarés V, Rodríguez DL. Chronic Kidney Disease. *Nephrology up to date*. 2022
- Loscalzo J, Fauci A, Kasper D, et al. Harrison. Principles of Internal Medicine, 20e. AccessMedicine. McGraw Hill Medical (21st edn) 2022
- MacKinnon HJ, Wilkinson TJ, Clarke AL, et al. The association of physical function and physical activity with all-cause mortality and adverse clinical outcomes in nondialysis chronic kidney disease: a systematic review. *Ther Adv Chronic Dis*. 2018;9:209–26
- Mafra D, Guebre-Egziabher F, Fouque D. Body mass index, muscle and fat in chronic kidney disease: Questions about survival. *Nephrology Dialysis Transplantation* 2008;23:2461-2466
- Mallamaci F, Manfredini M, Bolignano D, et al. A personalized, low-intensity, easy to implement, home exercise program improves physical performance in dialysis patients: the Exercise Introduction to Enhance Performance in Dialysis (EXCITE) Trial. *Dialysis: Identifying Risk Factors and Improving Noncardiovascular Outcomes*. *J Am Soc Nephrol* 2014;25: 57A.
- Mallamaci F, Pisano A, Tripepi G. Physical activity in chronic kidney disease and the EXerCise Introduction To Enhance trial. *Nephrol Dial Transplant*. 2020 Mar 1;35(Suppl 2):ii18-ii22.
- Manfredini F, Mallamaci F, D'Arrigo G et al. Exercise in patients on dialysis: a multicenter, randomized clinical trial. *J Am Soc Nephrol* 2017; 28: 1259–1268
- Marinho SM, Moraes C, Barboza JE, et al. Exercise training alters the bone mineral density of hemodialysis patients. *J Strength Cond Res*. 2016;30:2918–23
- Marinho SM, Mafra D, Pelletier S, et al. In Hemodialysis Patients, Intradialytic Resistance Exercise Improves Osteoblast Function: A Pilot Study. *J. Ren. Nutr*. 2016;26:341–345
- Martinez-Vea A, Bardají A, Gutierrez C, et al. Exercise blood pressure, cardiac structure, and diastolic function in young normotensive patients with polycystic kidney disease: A prehypertensive state. *Am. J. Kidney Dis*. 2004;44:216–223
- McCullough PA, Bakris GL, Owen WF, et al. Slowing the progression of diabetic nephropathy and its cardiovascular consequences. *American Heart Journal* 2004;148:243-251

- Meuwese CL, Snaedal S, Halbesma N, et al. Trimestral variations of C-reactive protein, interleukin-6 and tumour necrosis factor- $\alpha\alpha$ are similarly associated with survival in haemodialysis patients. *Nephrol DialyTransplant* 2011;26: 1313-1318.
- Michou V, Kouidi E, Liakopoulos V, et al. Attitudes of hemodialysis patients, medical and nursing staff towards patients's physical activity. *Int Urol Nephrol* 2019; 51: 1249–1260
- Moholdt T, Aamot IL, Granøien I, et al. Aerobic interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: A randomized controlled study. *Clin. Rehabil.* 2012;26:33–44
- Moorman D, Suri R, Hiremath S, et al. Benefits and barriers to and desired outcomes with exercise in patients with ESKD. *Clin J Am Soc Nephrol* 2019; 14: 268–276
- Morishita S, Tsubaki A, Shirai N. Physical function was related to mortality in patients with chronic kidney disease and dialysis. *Hemodial Int.* 2017;21(4):483–9.
- Morishita Y, Numata A, Miki A et al. Primary care physicians' own exercise habits influence exercise counseling for patients with chronic kidney disease: a cross-sectional study. *BMC Nephrol* 2014; 15: 48
- Musselman DL, Betan E, Larsen H, et al. Relationship of depression to diabetes types 1 and 2: epidemiology, biology, and treatment. *Biological Psychiatry* 2003;54:317-329
- Mustata S, Groeneveld S, Davidson W, et al. Effects of exercise training on physical impairment, arterial stiffness and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease: a pilot study. *Int Urol Nephrol* 2011; 43: 1133-1141
- Neale J, Smith AC. Cardiovascular risk factors following renal transplant. *World J Transplant.* 2015;5(4):183.
- Nilsson BB, Bunæs-Næss H, Edvardsen E, Stenehjem AE. High-intensity interval training in haemodialysis patients: A pilot randomised controlled trial. *BMJ Open Sport Exerc. Med.* 2019;5:e000617
- Ohkawa S, Odamaki M, Ikegaya N, et al. Association of age with muscle mass, fat mass and fat distribution in non-diabetic haemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation* 2005;20:945-951
- Orcy RB, Dias PS, Seus TL, et al. Combined Resistance and Aerobic Exercise is Better than Resistance Training Alone to Improve Functional Performance of Haemodialysis Patients—Results of a Randomized Controlled Trial. *Physiother. Res. Int.* 2012;17:235–243.
- Ostaiza – Moreira, Parraga and Rodriguez – Farino. Chronic kidney disease and physical exercise. A bibliographic review. *MOJ Public Health.* 2023;12(1):11–15.

- Painter P, Marcus RL. Assessing physical function and physical activity in patients with CKD. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013;8:861–72
- Painter PL, Hector L, Ray K, et al. A randomized trial of exercise training after renal transplantation. *Transplantation* 2002;74: 42–48
- Parsons TL, King-VanVlack CE. Exercise and end-stage kidney disease: Functional exercise capacity and cardiovascular outcomes. *Advances in Chronic Kidney Disease* 2009;6:459-481
- Parsons TL, Bohm C, Poser K. “A learned soul to guide me”: the voices of those living with kidney disease inform physical activity programming. *Physiother Can* 2018; 70: 289–295
- Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. Exercise Training During Hemodialysis Improves Dialysis Efficacy and Physical Performance. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 2004;87:680–687.
- Pechter Ü, Raag M, Ots-Rosenberg M. Regular aquatic exercise for chronic kidney disease patients: a 10-year follow-up study. *Int J Rehabil Res*. 2014;37:251–5
- Pei G, Tang Y, Tan L, et al. Aerobic exercise in adults with chronic kidney disease (CKD): a meta-analysis. *Int Urol Nephrol* 2019; 51: 1787–1795
- Perales-Montilla CM, Duschek D, Reyes del Paso GA. Calidad de vida relacionada con la salud en la enfermedad renal crónica: relevancia predictiva del estado de ánimo y la sintomatología somática. *Nefrologia*. 2016;36:275–82
- Pongrac Barlovic D, Tikkanen Dolenc H, Groop PH. Physical Activity in the Prevention of Development and Progression of Kidney Disease in Type 1 Diabetes. *Current Diabetes Reports*. 2019;19(7):41.
- Regolisti G, Maggiore U, Sabatino A et al. Interaction of healthcare staff’s attitude with barriers to physical activity in hemodialysis patients: a quantitative assessment. *PLoS One* 2018; 13: e0196313
- Reinecke NL, Cunha TM, Heilberg IP, et al. Exercise Capacity in Polycystic Kidney Disease. *Am. J. Kidney Dis*. 2014;64:239–246
- Robinson-Cohen C, Littman AJ, Duncan GE, et al. Physical activity and change in estimated GFR among persons with CKD. *J Am Soc Nephrol* 2014;25: 399–406
- Robinson-Cohen C, Katz R, Mozaffarian D, et al. Physical activity and rapid decline in kidney function among older adults. *Archives of Internal Medicine* 2009;169: 2116-2123
- Romagnani P, Remuzzi G, Glassock R, et al. Chronic kidney disease. *Nature Reviews Disease Primers*. 2017;3:17088.
- Rossi AP, Burris DD, Lucas FL, et al. Effects of a renal rehabilitation exercise program in patients with CKD: a randomized, controlled trial. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2014;9:2052–8,
- Roxo RS, Xavier VB, Miorin LA, et al. Impact of neuromuscular electrical stimulation on functional capacity of patients with chronic kidney disease on hemodialysis. *J. Bras. Nefrol*. 2016;38:344–350.

- Russo CR. The effects of exercise on bone. Basic concepts and implications for the prevention of fractures. Clin. Cases Miner. Bone Metab. 2009;6:223–228
- Saeed F, Naga Pavan Kumar Devaki P, Mahendrakar L, Holley JL. Exercise-induced proteinuria? J Fam Pract. 2002;61:23–6
- Salhab N, Karavetian M, Kooman J et al. Effects of intradialytic aerobic exercise on hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. J Nephrol 2019; 32: 549–566
- Santamaría R, Díaz-Tocados JM, De Mier MVPR, et al. Increased Phosphaturia Accelerates The Decline in Renal Function: A Search for Mechanisms. Sci. Rep. 2018;8:13701
- Santamaría-Olmo R, Gorostidi-Pérez M. Presión arterial y progresión de la enfermedad renal crónica. NefroPlus. 2013;5:4–11
- Sarnak MJ, Levey AS, Schoolwerth AC, et al. Kidney disease as a risk factor for development of cardiovascular disease: A statement from the American Heart Association Councils on Kidney in Cardiovascular Disease, High Blood Pressure Research, Clinical Cardiology, and Epidemiology and Prevention. Hypertension 2003;4:2050-2065
- Schold JD, Buccini LD, Goldfarb DA, et al. Association between kidney transplant center performance and the survival benefit of transplantation versus dialysis. Clin J Am Soc Nephrol. 2014;9(10):1773–80
- Shah M. Simultaneous bilateral quadriceps tendon rupture in renal patients. Clin Nephrol 2002;58: 118-21
- Sheshadri A, Kittiskulnam P, Delgado C, et al. Association of motivations and barriers with participation and performance in a pedometer-based intervention. Nephrol Dial Transplant 2020; 35: 1405–1411
- Smart NA, Williams AD, Levinger I, et al. Exercise & Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise and chronic kidney disease. J Sci Med Sport. 2013 Sep;16(5):406-11.
- Smith AC, Burton JO. Exercise in kidney disease and diabetes: time for action. J Ren Care 2012;38: 52-58.
- Stack AG, Molony DA, Rives T, et al. Association of physical activity with mortality in the US dialysis population. Am J Kidney Dis. 2005;45:690–701
- Stump CS. Physical activity in the prevention of chronic kidney disease. Cardioresnal Med. 2011;1:164–73
- Takahashi A, Hu SL, Bostom A. Physical activity in kidney transplant recipients: a review. Am J Kidney Dis. 2018;72(3):433–43.

- Tang Q, Yang B, Fan F, et al. Effects of individualized exercise program on physical function, psychological dimensions, and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease: a randomized controlled trial in China. *Int J Nurs Pract.* 2017;23:e12519
- Tentori F, Elder SJ, Thumma J et al. Physical exercise among participants in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS): correlates and associated outcomes. *Nephrol Dial Transplant* 2010; 25: 3050–3062
- Thompson S, Tonelli M, Klarenbach S et al. A qualitative study to explore patient and staff perceptions of intradialytic exercise. *Clin J Am Soc Nephrol* 2016; 11: 1024–1033
- Thompson S, Wiebe N, Padwal RS et al. The effect of exercise on blood pressure in chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One* 2019; 14: e021
- Tjønnå AE, Leinan IM, Bartnes AT, et al. Low- and high-volume of intensive endurance training significantly improves maximal oxygen uptake after 10-weeks of training in healthy men. *PLoS ONE* 2013;8:e65382.
- Tlatoa-Ramírez HM, López-López JC, Luna-Blas HG, et al. Proteinuria inducida por el ejercicio. *Rev Med Inv.* 2014;2:141–5
- Toussaint ND, Polkinghorne KR, Kerr PG. Impact of intradialytic exercise on arterial compliance and B-type natriuretic peptide levels in hemodialysis patients. *Hemodial Int* 2008; 12: 254–263.
- Tsuyuki K, Kimura Y, Chiashi K, et al. Oxygen uptake efficiency slope as monitoring tool for physical training in chronic hemodialysis patients. *Ther Apher Dial* 2003;7: 461-467
- Uchiyama K, Washida N, Morimoto K, et al. Home-based Aerobic Exercise and Resistance Training in Peritoneal Dialysis Patients: A Randomized Controlled Trial. *Sci. Rep.* 2019;9:2632
- Ulf G, Bronas HP, Hannan M. Cognitive Impairment in Chronic Kidney Disease: Vascular Milieu and the Potential Therapeutic Role of Exercise. *BioMed Res. Int.* 2017;2017:2726369
- Vaithilingam I, Polkinghorne K, Atkins RC, Kerr PG. Time and exercise improve phosphate removal in hemodialysis patients. *Am. J. Kidney Dis.* 2004;43:85–89
- Van Craenenbroek AH, van Craenenbroek EM, van Ackeren K, et al. Effect of moderate aerobic exercise training on endothelial function and arterial stiffness in CKD stages 3–4: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Disease.* 2015;66:285–96,
- Vanden-Wyngaert K, van Craenenbroeck AH, van Biesen W, et al. The effects of aerobic exercise on eGFR, blood pressure and VO₂peak in patients with chronic kidney disease stages 3-4: a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE.* 2018;13:e0203662
- Viana JL, Kosmadakis GC, Watson EL, et al. Evidence for Anti-Inflammatory Effects of Exercise in CKD. *J Am Soc Nephrol* 2014; 25:1-10

- Villanego F, Naranjo J, Vigara LA, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta-analysis. *Nefrologia (Engl Ed)*. 2020 May-Jun;40(3):237-252.
- Warburton DE, Bredin SS. Reflections on physical activity and health: what should we recommend? *Can J Cardiol* 2016; 32: 495–504
- Watson EL, Greening NJ, Viana JL, et al. Progressive resistance exercise training in CKD: a feasibility study. *Am J Kid Dis* 2014;66: 249-257
- Watson EL, Kosmadakis GC, Smith AC, et al. Combined walking exercise and alkali therapy in patients with CKD4-5 regulates intramuscular free amino acid pools and ubiquitin E3 ligase expression. *Eur J Appl Physiol* 2013;113: 2111–24
- Watson EL, Major RW, Wilkinson TJ, et al. The association of muscle size, strength and exercise capacity with all-cause mortality in non-dialysis-dependent CKD patients. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2020;40(6):1–8
- Watson EL, Viana J, Wimbury D, et al. The Effect of Resistance Exercise on Inflammatory and Myogenic Markers in Patients with Chronic Kidney Disease. *Front. Physiol*. 2017; 8: 541
- Webster AC, Nagler EV, Morton RL, et al. Chronic Kidney Disease. *Lancet (London, England)*. 2017;389(10075):1238–1252
- Wilkinson TJ, Watson EL, Gould DW, et al. Twelve weeks of supervised exercise improves self-reported symptom burden and fatigue in chronic kidney disease: a secondary analysis of the ‘ExTra CKD’ trial. *Clin Kidney J* 2019; 12: 113–121
- Williams A, Stephens R, McKnight T, et al. Factors affecting adherence of end-stage renal disease patients to an exercise programme. *Br J Sports Med* 1991; 25: 90–93
- Workeneh BT, Mitch WE. Review of muscle wasting associated with chronic kidney disease. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 1128S-1132S
- Wu CY, Han HM, Huang MC, et al. Effect of qigong training on fatigue in haemodialysis patients: a non-randomized controlled trial. *Complement Ther Med* 2014; 22: 244–250
- Wu X, Yang L, Wang Y, et al. Effects of combined aerobic and resistance exercise on renal function in adult patients with chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Clin. Rehabil*. 2020;34:851–865
- Yamagata K, Hoshino J, Sugiyama H, et al. Clinical practice guideline for renal rehabilitation: Systematic reviews and recommendations of exercise therapies in patients with kidney diseases. *Ren. Replace. Ther*. 2019;5:28.
- Yanishi M. Factors associated with the development of sarcopenia in kidney transplant recipients. In: *Transplantation proceedings*. Elsevier; 2017

- Yusuf S, Hawken S, Ôunpuu S, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet*. 2014;364:937–52
- Zhang J, Bennett P. The perception of people with chronic kidney disease towards exercise and physical activity: a literature review. *Renal Soc Aust J* 2019; 15: 97–10
- Zhang L, Wang Y, Xiong L, et al. Exercise therapy improves eGFR, and reduces blood pressure and BMI in nondialysis CKD patients: evidence from a meta-analysis. *BMC Nephrol* 2019; 29; 20: 398
- Zhao QG, Zhang HR, Wen X, et al. Exercise interventions on patients with end-stage renal disease: a systematic review. *Clin Rehabil*. 2019;33:147–56,
- Zoccali C, Vanholder R, Massy ZA, et al. The systemic nature of CKD. *Nat. Rev. Nephrol*. 2017;13:344–358.

