

Δυσκαμπτότητα ερυθρών αιμοσφαιρίων ασθενών με τελικό στάδιο χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας υπό εξωνεφρική κάθαρση

Ν. Σωτηρακόπουλος¹, Τ. Τσίτσιος¹, Μ. Σταμπολίδου¹, Γ. Αθανασίου², Β. Κόκκινου¹, Κ. Μαυροματίδης¹

1. Μονάδα Τεχνητού Νεφρού Γενικού Νομαρχιακού Νοσοκομείου Κομοτηνής
2. Εργαστήριο Εμβιομηχανικής Πανεπιστημίου Πατρών

Η αναιμία αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τους ασθενείς με τελικό στάδιο χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας (ΧΝΑ) υπό θεραπεία υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας. Μεταξύ των αιτιών που ευθύνονται για αυτή είναι και η αιμόλυση των ερυθροκυττάρων, εξ αιτίας ποικίλων παραγόντων. Στη μελέτη αυτή εκτιμήθηκε ο δείκτης δυσκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων, σε ασθενείς με τελικό στάδιο ΧΝΑ υπό εξωνεφρική κάθαρση, για να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν διαταραχές που να συμβάλλουν στην αναιμία τους.

Μελετήθηκε ο δείκτης δυσκαμπτότητας, σε 39 αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς, που ήταν σε πρόγραμμα αιμοκάθαρσης με τεχνητό νεφρό από 16 έως 120 μήνες ($MO \pm SD = 41,8 \pm 24,1$) και αποτέλεσαν την ομάδα Α, σε 32 ασθενείς υπό συνεχή φορητή περιτοναϊκή κάθαρση (ΣΦΠΚ), που ήταν σε πρόγραμμα υποκατάστασης από 6 έως 60 μήνες ($MO \pm SD = 10,7 \pm 9,9$) και αποτέλεσαν την ομάδα Β και σε 17 φυσιολογικά άτομα, που αποτέλεσαν του μάρτυρες (Ομάδα Γ). Ο δείκτης δυσκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων προσδιορίστηκε στην ομάδα Α δύο φορές (πριν και μετά τη συνεδρία αιμοκάθαρσης) και στις άλλες δύο ομάδες (Β και Γ) από μία φορά. Όλοι οι αιμοκαθαιρόμενοι ασθενείς ήταν σε υποκατάσταση της νεφρικής τους λειτουργίας για διάστημα μεγαλύτερο από 6 μήνες. Δεν αποκλείστηκε κανένας ασθενής από την μελέτη με βάση την πρωτοπαθή νεφρική νόσο. Η ευκαμπτότητα των ερυθροκυττάρων (δυνατότητα παραμόρφωσης)

προσδιορίστηκε αιμοροεμετρικά (μέθοδος φιλτραρίσματος), διαμέσου προσδιορισμού του δείκτη δυσκαμπτότητας με ειδική συσκευή. Σύμφωνα με αυτή προσδιορίζεται ο δείκτης δυσκαμπτότητας, ο οποίος, όσο αυξάνεται, τόσο πιο δύσκαμπτο γίνεται το ερυθροκύτταρο και άρα, τόσο ευκολότερα αιμολύεται.

Στην ομάδα Α διαπιστώθηκε αυξημένος δείκτης δυσκαμπτότητας σε σχέση με τα φυσιολογικά άτομα ($17,9 \pm 6,2$ Vs $10,2 \pm 1,8$, $p < 0,0001$), ο οποίος αυξάνονταν ακόμη περισσότερο μετά το πέρας της συνεδρίας αιμοκάθαρσης (paired t-test, $p < 0,0001$). Ο δείκτης δυσκαμπτότητας των ασθενών υπό ΣΦΠΚ ήταν σημαντικά μικρότερος από αυτόν των αιμοκαθαιρόμενων ασθενών με τεχνητό νεφρό ($12 \pm 3,8$ Vs $17,9 \pm 6,2$, $p < 0,0001$) και δεν διέφερε στατιστικά από αυτόν των μαρτύρων, αν και έτεινε να έχει σημαντικότητα ($12 \pm 3,8$ Vs $10,2 \pm 1,8$, $p = 0,068$).

Συμπεραίνεται ότι : α) Σε αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς με τεχνητό νεφρό ο δείκτης δυσκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων είναι αυξημένος και αυξάνεται ακόμη περισσότερο μετά τη συνεδρία αιμοκάθαρσης, β) ο δείκτης δυσκαμψίας των ερυθροκυττάρων είναι σημαντικά υψηλότερος στους αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς με τεχνητό νεφρό, έναντι αυτών υπό ΣΦΠΚ και γ) στους ασθενείς υπό ΣΦΠΚ διαπιστώνεται διαταραχή της ευκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων σε σχέση με τους φυσιολογικούς μάρτυρες, η οποία ωστόσο δεν αγγίζει τα όρια της σημαντικότητας. *Ιπποκράτεια 2003, 7 (1): 27-32*

Η αναιμία είναι γνωστό ότι αποτελεί βασικό κλινικοεργαστηριακό χαρακτηριστικό των ασθενών με χρόνια νεφρική ανεπάρκεια (ΧΝΑ) τελικού σταδίου

ου¹. Οι αιτίες που ευθύνονται για αυτή είναι πολλές, μεταξύ των οποίων κυρίως η ανεπαρκής παραγωγή ερυθροποιητίνης από τους πάσχοντες νεφρούς (οι

ασθενείς έχουν χαμηλότερα επίπεδα ερυθροποιητικής από τα αναμενόμενα για τα επίπεδα του αιματοκρίτη τους)², η συχνή απώλεια αίματος διαμέσου της γαστρεντερικής οδού, οι συχνές αιμοληψίες για ποκίλους ελέγχους, τα μειωμένα επίπεδα σιδήρου και των άλλων απαραίτητων δομικών στοιχείων της αιμοποίησης (βιταμίνη B₁₂, φυλλικό οξύ), όπως και άλλοι λιγότερο συχνοί παράγοντες (τοξικότητα από αργίλιο, υπερπαραθυρεοειδισμός κ.ά.)³. Είναι επίσης γνωστό ότι η επιβίωση των ερυθροκυττάρων ασθενών με τελικό στάδιο ΧΝΑ είναι μειωμένη⁴, λόγω αιμόλυσης και ότι γι' αυτήν ευθύνεται μάλλον και κάποια διαταραχή στη σύνθεση της κυτταρικής τους μεμβράνης⁵. Αυτή θεωρείται ότι ευθύνεται για την δυσκολία με την οποία τα ερυθροκύτταρα μπορούν να μεταβάλλουν το σχήμα τους και να διέρχονται υπό τις νέες συνθήκες δυσκολότερα διαμέσου των τριχοειδών. Στην παρούσα μελέτη έγινε εκτίμηση του δείκτη δυσκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων ασθενών υπό αιμοκάθαρση ή συνεχή φορητή περιτοναϊκή κάθαρση (ΣΦΠΚ), για να διαπιστωθεί αν η αυξημένη τους αιμόλυση οφείλεται σε διαταραχές της δυνατότητας αλλαγής του σχήματός τους.

Ασθενείς - Μέθοδοι

Μελετήθηκε ο δείκτης δυσκαμπτότητας σε 39 αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς (22Α, 17Γ), ηλικίας από 27 έως 84 χρόνων (διάμεση τιμή 59 χρόνια), που ήταν σε πρόγραμμα αιμοκάθαρσης με τεχνητό νεφρό από 16 έως 120 μήνες (ΜΟ±SD=41,8±24,1) και αποτέλεσαν την ομάδα Α, σε 32 ασθενείς (18Α, 14Γ) υπό ΣΦΠΚ, ηλικίας από 35 έως 92 χρόνων (διάμεση τιμή 65 χρόνια), που ήταν σε πρόγραμμα υποκατάστασης από 6 έως 60 μήνες (ΜΟ±SD=10,7±9,9) και αποτέλεσαν την ομάδα Β και σε 17 φυσιολογικά άτομα, ηλικίας από 28 έως 60 χρόνων (διάμεση τιμή 46 χρόνια) που αποτέλεσαν τους μάρτυρες (Ομάδα Γ).

Δεν αποκλείστηκε κανένας με βάση την πρωτοπαθή νεφρική του νόσο. Τα φίλτρα που χρησιμοποιούσαν οι ασθενείς της ομάδας Α ήταν τριχοειδικά (αιμοφάνης και τροποποιημένης κυτταρίνης) και η διάρκεια της συνεδρίας κυμαίνονταν από 4 έως 4 ½ ώρες και καθαίρονταν 3 φορές την εβδομάδα. Ο δείκτης δυσκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων προσδιορίστηκε στην ομάδα Α δύο φορές (πριν και μετά τη συνεδρία αιμοκάθαρσης) και στις άλλες δύο ομάδες (Β και Γ) από μία φορά.

Ο δείκτης δυσκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων προσδιορίστηκε αιμορομετρικά (μέθοδος φιλτραρίσματος) με ειδική συσκευή. Με την μέθοδο αυτή εκτιμάται ο χρόνος που απαιτείται για να διηθηθούν ένα προς ένα τα ερυθροκύτταρα διαμέσου ενός πό-

ρου, υπό ειδικές και παρόμοιες για όλα τα δείγματα αίματος συνθήκες ως προς το pH, τον αιματοκρίτη, τη θερμοκρασία και την ωσμωτικότητα του δείγματος. Το τελικό αποτέλεσμα που λαμβάνεται κατά τη μέθοδο αυτή αποτελεί το δείκτη δυσκαμπτότητας (IR: Indice de rigidite)⁶, ο οποίος όσο μεγαλύτερος είναι, τόσο πιο δύσκαμπτο είναι το ερυθροκύτταρο.

Αποτελέσματα

Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων στην ομάδα Α διαπιστώθηκε αυξημένος δείκτης δυσκαμπτότητας σε σχέση με τα φυσιολογικά άτομα (17,9±6,2 Vs 10,2±1,8, p<0,0001), ο οποίος αύξανε ακόμη περισσότερο μετά το πέρας της συνεδρίας αιμοκάθαρσης (paired t-test, p<0,0001) (Πίνακες 1, 3). Ο δείκτης δυσκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων των ασθενών υπό ΣΦΠΚ ήταν σημαντικά μικρότερος από αυτόν των αιμοκαθαιρόμενων ασθενών (12±3,8 Vs 17,9±6,2, p<0,0001) και δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από αυτόν των μαρτύρων, αν και έτεινε προς τα όρια της σημαντικότητας (12±3,8 Vs 10,2±1,8, p=0,068) (Πίνακες 2,3).

Συζήτηση

Η δυνατότητα παραμόρφωσης (παραμορφωσιμότητα) των ερυθροκυττάρων αποτελεί σημαντικό παράγοντα από τον οποίο εξαρτάται η μικροκυκλοφορία και κατ' επέκταση η μεταφορά οξυγόνου και απελευθέρωσή του στους ιστούς. Οι Lapshina ΕΑ και συν. μελέτησαν την επίδραση των λιπαρών οξέων στη δομή και τις ιδιότητες της μεμβράνης των ερυθροκυττάρων και διαπίστωσαν ότι τα ελεύθερα λιπαρά οξέα διαταράσσουν την διπλής στρώσης βασική μεμβράνη τους, όπως και τη συμπλήρωσή της με πρωτεΐνη⁷.

Η ελαττωμένη διάρκεια ζωής των ερυθροκυττάρων στους ασθενείς με τελικό στάδιο ΧΝΑ αποδίδεται στον υπερπαραθυρεοειδισμό, στις ουραιμικές τοξίνες, στο ωσμωτικό τραύμα, στον υπερσπληνισμό και στο μηχανικό τραύμα. Εκτός όμως από τις παραπάνω αιτίες πρέπει να τονιστεί ότι για τη μικρή διάρκεια ζωής των ερυθροκυττάρων ευθύνονται ποικίλες βιοχημικές και βιοφυσικές μεταβολές της κυτταρικής τους μεμβράνης, εξαιτίας μεταβολών της σύνθεσής της, σε λιπίδια και φωσφολιπίδια. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μείωση της ικανότητας παραμόρφωσής τους, που φαίνεται να βελτιώνεται με την εξωγενή χορήγηση L-καρνιτίνης⁷⁻¹⁰, η οποία σταθεροποιεί τη μεμβράνη τους, διαμέσου διενκόλυσης πρόσληψης των λιπών από αυτές.

Οι Jendryczko Α και συν. μελέτησαν σε 40 αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς (οι 34 από αυτούς

Πίνακας 1. Ηλικία ασθενών (Ομάδα Α), διάρκεια αιμοκάθαρσης και δείκτης δυσκαμπτότητας (ΔΥ-ΣΚΑΜΠ.) πριν και μετά τη συνεδρία αιμοκάθαρσης. (Στατιστική ανάλυση: Ομάδα Α Πριν - Ομάδα Β t-test, $p < 0.00001$, Ομάδα Α Πριν-Ομάδα Γ, t-test, $p < 0.00001$, Ομάδα Α πριν-μετά, Paired t-test, $p < 0.00001$)

ΑΣΘΕΝΕΙΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΥΣΚΑΜΠ.		ΗΛΙΚΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ
22Α, 17Γ	ΠΡΙΝ ΗΔ	ΜΕΤΑ ΗΔ	(έτη)	ΚΑΘΑΡΣΗΣ (μήνες)
1	17,99	27,92	67	18
2	15,68	16,44	72	24
3	11,9	31,25	78	18
4	15,78	24,11	78	16
5	10,08	19,29	71	29
6	11,8	41,37	67	17
7	13,88	31,61	57	18
8	35,94	36,84	67	16
9	25,56	34,67	59	24
10	15,78	19,73	79	27
11	34,72	15,27	57	22
12	12,34	16,66	60	84
13	16,33	17,76	65	72
14	23,12	13,49	72	48
15	20,26	20,58	60	60
16	13,19	40	60	60
17	20,58	11,9	55	36
18	17,77	25,65	65	24
19	13,88	25	32	40
20	16,99	30,24	55	36
21	16,71	13,12	38	24
22	19,85	16,14	28	24
23	14,47	21,25	42	60
24	13,23	31,25	38	24
25	12,85	26,38	42	19
26	24,34	22,45	32	60
27	15,43	14,37	65	60
28	18,75	21,8	28	24
29	19,07	23,39	44	18
30	16,66	17,76	84	60
31	12,7	20,3	82	72
32	15,07	21,42	58	40
33	14,19	35,85	55	29
34	13,07	16,87	59	60
35	16,66	15,78	57	72
36	32,74	36,3	38	72
37	21,16	27,5	27	48
38	11,02	38,75	35	48
39	25	33,33	82	120
ΜΟ+/-SD	17,9+/-6,2	24,5+/-8,4	56,7+/-16,7	41,8+/-24,1

Πίνακας 2. Ηλικία ασθενών (Ομάδα Β), διάρκεια περιτοναϊκής κάθαρσης και δείκτης δυσκαμπτότητας ερυθροκυττάρων (ΔΥΣΚΑΜΠ.) [Στατιστική ανάλυση Ομάδα Β-Ομάδα Γ, t-test, $p=0.068$ (NS)]

ΑΣΘΕΝΕΙΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ	ΗΛΙΚΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΦΠΚ
18Α, 14Γ	ΔΥΣΚΑΜΠ	(έτη)	(μήνες)
1	10,83	65	15
2	13,28	43	14
3	13,2	73	14
4	10,93	73	10
5	12,5	73	9
6	9,13	85	9
7	12,5	71	8
8	12,3	72	7
9	10,9	92	6
10	14,28	68	6
11	13,63	65	6
12	10	53	6
13	12,5	60	60
14	7,3	60	9
15	23	64	6
16	24	53	8
17	11,66	47	6
18	8	39	7
19	11,66	57	6
20	9,37	80	6
21	12,7	80	6
22	10,83	80	6
23	18	35	6
24	11,6	73	6
25	14,28	67	6
26	10,98	58	6
27	7,03	78	12
28	10	59	8
29	8,5	58	12
30	10,2	71	24
31	8,8	52	18
32	10,3	63	13
ΜΟ+/-SD	12,0+/-3,8	64,6+/-13,3	10,7+/-9,9

ήταν υπερτασικοί και είχαν λευκωματουρία), τις ρεολογικές διαταραχές του αίματος και μάλιστα εκτίμησαν αν αυτές σχετιζόνταν με τη σύνθεση των μεμβρανών των ερυθροκυττάρων σε λίπη (χολη-

Πίνακας 3. Ηλικία και δείκτης δυσκαμπτότητας ερυθροκυττάρων φυσιολογικών ατόμων (Ομάδα Γ)

ΑΣΘΕΝΕΙΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ	ΗΛΙΚΙΑ
8Α, 9Γ	ΔΥΣΚΑΜΠ	(έτη)
1	7,23	52
2	9,27	35
3	13,23	60
4	13,19	55
5	10	36
6	8,75	45
7	11,25	38
8	8,55	28
9	8,59	47
10	11,76	44
11	10,15	33
12	9,02	42
13	8,33	54
14	10,29	48
15	10,29	47
16	12,28	59
17	11,25	46
ΜΟ+/-SD	10,2+/-1,8	45,2+/-9,2

στερόλη, φωσφολιπίδια). Διαπίστωσαν ότι ο λόγος χοληστερόλης/φωσφολιπιδίων των μεμβρανών ήταν σημαντικά υψηλότερος στους αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς μετά τη συνεδρία κάθαρσης σε σχέση με τις τιμές πριν από αυτή ($2,48 \pm 0,14$ Vs $2,08 \pm 0,19$), ενώ βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ περιεκτικότητας των ερυθροκυτταρικών μεμβρανών σε χοληστερόλη/φωσφολιπίδια, έναντι της LDL-χοληστερόλης του ορού¹¹.

Οι Reuchant E και συν. μελέτησαν την ευθραυστότητα, την δυσκαμπτότητα και την περιεκτικότητα των μεμβρανών των ερυθροκυττάρων σε λίπη σε δείγματα από 22 αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς (πριν και μετά τη συνεδρία αιμοκάθαρσης), σε σύγκριση με φυσιολογικούς μάρτυρες. Ενώ διαπίστωσαν ότι ο δείκτης ευκαμπτότητας δεν μεταβάλλονταν σημαντικά μετά την κάθαρση, σε αντίθεση με εμάς που διαπιστώσαμε αύξηση του δείκτη δυσκαμπτότητας, βρήκαν ότι η ωσμωτική αντίσταση στην αιμόλυση αυξάνονταν σημαντικά μετά τη συνεδρία κάθαρσης ($p < 0,001$)¹². Η σύνθεση των μεμβρανών των ερυθροκυττάρων σε λίπη μεταβάλλονταν κατά τη διάρκεια της συνεδρίας κάθαρσης, όπως διαπίστωσαν και άλλοι αργότερα¹¹ και μάλιστα παρουσίαζε αξιοσημείωτη αύξηση

της χοληστερόλης και διαφορετική κατανομή των φωσφολιπιδίων¹². Η οξεία αυτή επίδραση της αιμοκάθαρσης πάνω στη σύνθεση της μεμβράνης των ερυθροκυττάρων φαίνεται να συνδέεται με τις μεταβολές που παρουσίαζαν τα ερυθροκύτταρα και παρουσιάστηκαν παραπάνω¹².

Οι Shand και συν. μελέτησαν σε αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς, τη γλοιότητα (αιμορροεολογία), ως κύριο παράγοντα, από τον οποίο εξαρτάται ο ρυθμός ροής του αίματος, η οποία έχει σχέση με τις αγγειακές νόσους και διαπίστωσαν ότι η κύρια επίδραση της αιμοκάθαρσης ήταν η αύξηση του αιματοκρίτη, η οποία σχετιζόταν με αύξηση της γλοιότητας και ασταθείς μεταβολές στην παραμορφωσιμότητα των ερυθροκυττάρων¹³. Αντίστοιχα οι Novak και συν. μελέτησαν την δυσκαμπτότητα των ερυθρών, με την μέθοδο του φιλτραρίσματος, σε 82 ασθενείς με ΧΝΑ πριν την έναρξη εξωνεφρικής κάθαρσης και σε 50 φυσιολογικά άτομα και διαπίστωσαν ότι αυτή ήταν μειωμένη στους ασθενείς με ΧΝΑ. Η δυσκαμπτότητα αυτή βελτιώθηκε μετά την έναρξη της αιμοκάθαρσης¹⁴.

Όμως και άλλοι παράγοντες φαίνεται να παρεμβαίνουν και να μεταβάλλουν την ευκαμπτότητα των ερυθροκυττάρων. Έτσι οι Icardi και συν. μελέτησαν σε αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς, που χρησιμοποιούσαν φίλτρα κουπροφάνης και διαπίστωσαν διαταραχή στη μεμβράνη τους και αυξημένη δυσκαμπτότητα, η οποία βελτιώνονταν με τη χορήγηση ερυθροποιητίνης¹⁵. Αντίστοιχα οι Macdougall και συν. μελέτησαν την ευκαμπτότητα των ερυθροκυττάρων, αιμοκαθαιρόμενων ασθενών, πριν και μετά τη θεραπεία με ερυθροποιητίνη και διαπίστωσαν ότι αυτή ήταν ίδια με εκείνη των φυσιολογικών μαρτύρων και ότι δεν μεταβάλλονταν από τη χορήγηση ερυθροποιητίνης¹⁶. Αντίστοιχα, σε δικές μας μελέτες διαπιστώθηκε ότι η L-καρνιτίνη βελτιώνει την δυσκαμπτότητα των ερυθροκυττάρων ασθενών υπό αιμοκάθαρση με τεχνητό νεφρό⁹, όπως και υπό περιτοναϊκή κάθαρση¹⁰.

Συμπεραίνεται ότι: α) Σε ασθενείς με ΧΝΑ τελικού σταδίου, που βρίσκονται σε θεραπεία υποκατάστασης με τεχνητό νεφρό, βρέθηκαν διαταραχές της ευκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων, οι οποίες μάλιστα επιδεινώνονται με τη συνεδρία αιμοκάθαρσης, β) ο δείκτης δυσκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων είναι σημαντικά υψηλότερος στους αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς με τεχνητό νεφρό, έναντι αυτών υπό ΣΦΠΚ και γ) στους ασθενείς υπό ΣΦΠΚ διαπιστώνεται διαταραχή της ευκαμπτότητας των ερυθροκυττάρων σε σχέση με τους φυσιολογικούς μάρτυρες, η οποία ωστόσο δεν αγγίζει τα όρια της σημαντικότητας.

ABSTRACT

Sotirakopoulos N, Tsitsios T, Stambolidou M, Athanasiou G, Kokkinou V, Mavromatidis K. The red blood cell deformability in patients suffering from end stage renal failure on haemodialysis or continuous ambulatory peritoneal dialysis. Hippokratia 2003, 7 (1): 27-32

Anemia is the main problem for patients suffering from end stage renal failure (ESRF). In this study the index of rigidity (IR), that shows red blood cells (RBCs) deformability was determined, in patients with ESRF that were on maintenance haemodialysis (HD) or on peritoneal dialysis, in order to find out if there are disturbances that can explain the cause of anaemia.

The IR was determined in 39 haemodialysed patients, that were dialysed from 16 to 120 months ($MO \pm SD = 41,8 \pm 24,1$) and constituted group A. Furthermore, this index was studied in 32 patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD), that were dialysed from 6 to 60 months ($MO \pm SD = 10,7 \pm 9,9$) and constituted group B. Finally, the index was studied in 17 normal individuals that constituted the control group (group C). The IR of RBCs was determined in group A twice (before and after the end of a haemodialysis session) and in the other two groups (B, C) once. All patients (HD and CAPD) were in substitution treatment for more than 6 months. The IR was determined haemoreometric (method of filtration), with special equipment. According to this method the deformability of the RBCs was determined. That is, the more deformability of RBCs increasing, the less starked they are.

In group A an increased IR was observed in comparison to the control group (C) ($17,9 \pm 6,2$ Vs $10,2 \pm 1,8$, $p < 0,0001$), that increased more after the end of the haemodialysis session (paired t-test, $p < 0,0001$). The IR of RBCs in CAPD patients was significantly lower than this of HD patients ($12 \pm 3,8$ Vs $17,9 \pm 6,2$, $p < 0,0001$) and it was not statistically different from the control group ($12 \pm 3,8$ Vs $10,2 \pm 1,8$, $p = 0,068$).

It can be concluded from the study that: a) In HD patients there are disturbances of deformability of the RBCs, that are worsened with haemodialysis session b) the index of rigidity of RBCs is significantly higher in the HD patients in comparison to CAPD patients c) in patients on CAPD the disturbance of deformability of the RBCs was less in comparison to the control group, which however does not reach the statistically significant levels.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μαυροματίδης Κ. Αναιμία στη χρόνια νεφρική ανεπάρκεια. *Ελληνική Νεφρολογία* 1994, 6: 142-158
2. Rantke HW, Claussner A, Erbes PM, et al. Serum erythropoietin concentration in chronic renal failure: relationship to degree of anemia and excretory renal function. *Blood* 1979, 54: 877-884
3. Eschbach JW & Adamson JW. Anemia of end-stage renal disease (ESRD). *Kidney Int* 1995, 28: 1-5
4. Cordova HR, Benabe JE, Martinez-Maldonado M. Clinical manifestations and complications of uremic stage. In : *The principles and practice of nephrology*, Eds. Jacobson HR, Striker GE, Klahr S, B.C. Decker, Inc., Philadelphia, 1991, pp. 694
5. Lapshina EA; Zavodnik IB; Bryszewska M. Effect of free fatty acids on the structure and properties of erythrocyte membrane. *Scand J Clin Lab Invest* 1995, 55: 391-397
6. Αθανασίου Γ. Μηχανικές και ρεολογικές ιδιότητες της μεμβράνης των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Διδακτορική διατριβή, Πάτρα 1991
7. Donatelli M, Terrizzi C, Zummo G, Russo V, Bucalo ML, Scarpinato A. Effects of L-carnitine on chronic anemia and erythrocyte adenosine triphosphate (ATP) concentration in haemodialysis patients. *Curr Ther Res* 1987, 41: 620-624
8. Labonia WD, Morelli Jr OH, Gimenez MI, Freuler PV, Morelli OH. Effects of L-carnitine on sodium transport in erythrocytes from dialyzed uremic patients. *Kidney Int* 1987, 32: 754-759
9. Sotirakopoulos N, Athanassiou G, Tsitsios T, Stambolidou M, Missirlis Y, Mavromatidis K. Effect of L-carnitine supplementation on red blood cells deformability in hemodialysis patients. *Renal Fail* 2000, 22: 73-80
10. Sotirakopoulos N, Athanassiou G, Tsitsios T, Mavromatidis K. The influence of L-carnitine supplementation on haematocrite and haemoglobin levels in patients with end stage renal failure on CAPD. *Renal Failure* 2002, 24: 505-510
11. Jendryczko A, Grzeszczak W, Gorczyca E. Increased cholesterol content in erythrocyte membrane of patients with chronic renal failure treated with hemodialysis. *Pol Arch Med Wewn* 1995, 93: 203-207
12. Peuchant E, Salles C, Vallot C, Wone C, Jensen R. Increase of erythrocyte resistance to hemolysis and modification of membrane lipids induced by hemodialysis. *Clin Chim Acta* 1988, 178: 271-282
13. Shand BI, Buttimore AI, Lynn KL, Bailey RR, Robson RA. Effect of hemodialysis and recombinant human erythropoietin on determinants of blood viscosity. *Renal Fail* 1994, 16: 407-413
14. Novak Z, Buzas E, Salgo L, Gal G. The effect of hemodialysis, using acetate and bicarbonate, on erythrocyte deformability. *Orv Hetil* 1991, 132: 2083-2086
15. Icardi A, Paoletti E, Traverso GB, Sarchi C, Cappeli G, Molinelli G. Red cell membrane during erythropoietin therapy in hemodialysis and in hemodiallration. *Int J Artif Organs* 1991, 14: 147-149
16. Macdougall IC, Davies ME, Hutton RD, Coles GA, Williams JD. Rheological studies during treatment of anaemia with recombinant human erythropoietin. *Br J Haematol* 1991, 77: 550-558

Άλληλογραφία:

Κ. Μαυροματίδης

Αντ. Ρωσσίδη 11 - 69100

Κομοτηνή

Τηλ. και Fax Εργασίας 25310 57149

Τηλ. Οικίας 25310 30706

e-mail : mavromatidis_k@yahoo.com

<http://www.renalkomotini.gr>*Corresponding author:*

Mavromatidis K.

Ant. Rossidi 11 - 69100

Komotini

Tel (+)25310 57149

Fax (+) 25310 30706

e-mail: mavromatidis_k@yahoo.com

<http://www.renalkomotini.gr>