

## Σπερμοδιάγραμμα. Πώς ερμηνεύονται τα ευρήματα της Ανάλυσης του Σπέρματος

Βασίλης Σιδεράς  
Βιολόγος, Ιατρός Βιοπαθολόγος

Η ανάλυση του σπέρματος – σπερμοδιάγραμμα – είναι ο ακρογωνιαίος λίθος της εργαστηριακής αξιολόγησης της ανδρικής γονιμότητας και βοηθάει στο να καθοριστεί η σοβαρότητα της κατάστασης. Για τις μεθόδους εξέτασης του σπέρματος και της διενέργειας του σπερμοδιαγράμματος έχουν δημοσιευθεί λεπτομερή εργαστηριακά πρωτόκολλα από τον **Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ)**. Το σπερμοδιάγραμμα παρέχει πληροφορίες σχετικά με τους **4 βασικούς χαρακτήρες ποιότητας του σπέρματος**: τον όγκο του σπέρματος, τη συγκέντρωση των σπερματοζωαρίων, την κινητικότητα και τη μορφολογία τους. Μολονότι οι μέθοδοι για τις μετρήσεις της συγκέντρωσης και της κινητικότητας των σπερματοζωαρίων έχουν αλλάξει ελάχιστα κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών, η εκτίμηση της μορφολογίας των σπερματοζωαρίων έχει εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια.

Πραγματικές **τιμές αναφοράς** δεν έχουν τεκμηριωθεί απόλυτα για τις διάφορες παραμέτρους σε ένα σπερμοδιάγραμμα. Οι τιμές αναφοράς που χρησιμοποιούμε προέρχονται από τις αναφορές του ΠΟΥ και την κλινική βιβλιογραφία. Τα αποτελέσματα που βρίσκονται έξω από αυτές τις τιμές αναφοράς, **πιθανολογούν την παρουσία ανδρικής υπογονιμότητας** και υποδεικνύουν την ανάγκη για πρόσθετες κλινικές ή/και εργαστηριακές εξετάσεις. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι τιμές αναφοράς για τις διάφορες παραμέτρους του σπερμοδιαγράμματος δεν είναι οι ίδιες με τις ελάχιστες τιμές που απαιτούνται για τη γονιμοποίηση και ότι άνδρες με αποτελέσματα στην ανάλυση σπέρματος έξω από τις τιμές αναφοράς, μπορεί να είναι γόνιμοι. Αντίθετα, ασθενείς με αποτελέσματα εντός του εύρους των τιμών αναφοράς μπορεί να είναι υπογόνιμοι.

Όλες οι τιμές αναφοράς και όλες οι εργαστηριακές τεχνικές και διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για τη διενέργεια του Βασικού και του Πλήρους Σπερμοδιαγράμματος καθώς και των υπόλοιπων βιοχημικών και ανοσολογικών εξετάσεων που αφορούν στο σπέρμα και στον έλεγχο της ανδρικής γονιμότητας, έχουν προκύψει από τις τρέχουσες οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ), WHO Laboratory manual of the examination and processing of human semen, 5<sup>th</sup> ed., 2010.

Στις επόμενες παραγράφους αναλύονται τα χαρακτηριστικά που περιέχονται στο σπερμοδιάγραμμα έτσι όπως πραγματοποιείται στη Διαγνωστική Αθηνών.

## Φυσικοχημικά και Μακροσκοπικά Χαρακτηριστικά στο Σπερμοδιάγραμμα

Στα φυσικοχημικά και μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του σπέρματος που περιλαμβάνονται στο πλήρες και βασικό σπερμοδιάγραμμα υπάρχουν οι πληροφορίες για την εμφάνιση, το χρώμα, την οσμή, τη ρευστοποίηση και το ιξώδες, τον όγκο, το pH καθώς και άλλα μακροσκοπικά στοιχεία που έχουν σημασία για τη διάγνωση ορισμένων παθολογικών καταστάσεων.

Ένα φυσιολογικό σπέρμα έχει ομοιογενή, γκρίζα-οπαλίζουσα **εμφάνιση** ή μπορεί να φαίνεται λιγότερο αδιαφανές εάν η συγκέντρωση των σπερματοζωαρίων είναι πολύ χαμηλή. Το χρώμα του μπορεί να είναι διαφορετικό όταν υπάρχουν ορισμένες παθολογικές καταστάσεις, μπορεί π.χ. να είναι κόκκινο-καφέ όταν υπάρχουν ερυθρά αιμοσφαίρια (**αιμοσπερμία ή αιματοσπερμία**) ή έντονα κίτρινο σε έναν άνδρα με ίκτερο ή λήψη ορισμένων βιταμινών ή φαρμάκων. Η παρουσία ερυθρών αιμοσφαιρίων στο σπέρμα μπορεί να είναι αποτέλεσμα παθολογικών καταστάσεων στις σπερματοδόχους κύστες ή στον προστάτη.

Η **οσμή** του σπέρματος οφείλεται στην οξείδωση της σπερμίνης και φυσιολογικά χαρακτηρίζεται ως μυρωδιά χλωρίνης ή βρασμένου κάστανου. Η αλλοιωμένη μυρωδιά του σπέρματος μπορεί να οφείλεται στο ακατάλληλο δοχείο συλλογής ή σε φλεγμονές του ουροποιογεννητικού συστήματος.

Αμέσως μετά τη συλλογή του, το σπέρμα είναι συνήθως ημίρευστο. Μέσα σε λίγα λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου, το σπέρμα συνήθως αρχίζει να ρευστοποιείται. Το πλήρες δείγμα συνήθως ρευστοποιείται μέσα σε 15 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου, αν και μπορεί να διαρκέσει έως 60 λεπτά. Παράταση στο χρόνο ρευστοποίησης (**ατελής ρευστοποίηση**) του σπέρματος μπορεί να είναι αποτέλεσμα παθολογικών καταστάσεων στις σπερματοδόχους κύστες ή στον προστάτη.

Το pH του σπέρματος αντανακλά την ισορροπία μεταξύ των τιμών pH των διαφορετικών εκκρίσεων των επικουρικών αδένων, κυρίως την αλκαλική έκκριση των σπερματοδόχων κύστεων και την όξινη έκκριση του προστάτη. Φυσιολογικά οι τιμές pH στο σπέρμα κυμαίνονται από 7.2 μέχρι 8.0. Οι διαταραχές στο pH του σπέρματος μπορεί να είναι αποτέλεσμα παθολογικών καταστάσεων στις σπερματοδόχους κύστες ή στον προστάτη και τεχνικών λαθών κατά τη μέτρηση (π.χ. μέτρηση του pH μετά από την πάροδο μεγάλου χρονικού διαστήματος).

Ο όγκος του σπέρματος τυπικά κυμαίνεται μεταξύ 2 και 4 ml. Μείωση του όγκου κάτω από 1.5 ml χαρακτηρίζεται ως **υποσπερμία**. Η υποσπερμία μπορεί να οφείλεται τόσο σε «τεχνικούς» παράγοντες λήψης του δείγματος (όπως για παράδειγμα ατελής λήψη εντός του δοχείου, διαρροή του δοχείου μετά τη συλλογή κλπ.) όσο και σε κλινικούς λόγους (όπως για παράδειγμα παθολογικών καταστάσεων στους όρχεις, στην επιδιδυμίδα, στις σπερματοδόχους κύστες ή στον προστάτη). **Ασπερμία** είναι η παθολογική κατάσταση στην οποία δεν παράγεται καθόλου σπέρμα μετά την «εκσπερμάτιση». Σε αυτή την περίπτωση είναι απαραίτητο να γίνει περαιτέρω εργαστηριακός (Έλεγχος ούρων μετά από εκσπερμάτιση).

## Αριθμός Σπερματοζωαρίων στο Σπερμοδιάγραμμα

Η παράμετρος αυτή στο σπερμοδιάγραμμα συνήθως εκφράζεται ως αριθμός σπερματοζωαρίων ανά ml σπέρματος και ονομάζεται **συγκέντρωση σπερματοζωαρίων**. Ο **συνολικός αριθμός** των σπερματοζωαρίων είναι η συγκέντρωση τους πολλαπλασιασμένη επί τον όγκο του σπέρματος (σε ml). Η ελάχιστη συγκέντρωση σπέρματος που θεωρείται εντός φυσιολογικών ορίων είναι **15 εκατομμύρια / ml**. Έτσι, ένας άνδρας στο κατώτερο άκρο της φυσιολογικής κλίμακας συγκέντρωσης και όγκου (1.5 ml) θα έχει συνολικό αριθμό σπερματοζωαρίων  $1.5 \times 15 \text{ εκατομμύρια} = 22.5 \text{ εκατομμύρια σπερματοζωάρια}$ . Η κατάσταση κατά την οποία η συγκέντρωση των σπερματοζωαρίων είναι μικρότερη από 15 εκατομμύρια / ml ονομάζεται **ολιγοζωοσπερμία**, ενώ όγκος σπέρματος μικρότερος από 1.5 ml ονομάζεται όπως αναφέρθηκε νωρίτερα **υποσπερμία**. Όπως μπορεί κάποιος να διαπιστώσει, ο συνολικός αριθμός σπερματοζωαρίων είναι εξαιρετικά μεγάλος, ειδικά όταν **απαιτείται μόνο ένα σπερματοζώαριο για να γονιμοποιήσει το ωάριο**. Ένας χαμηλός αριθμός σπερματοζωαρίων δεν σημαίνει αδυναμία τεκνοποίησης. Ο μικρότερος αριθμός σπερματοζωαρίων σημαίνει πρακτικά **μειωμένες πιθανότητες** τεκνοποίησης. Όταν υπάρχει ακόμη και ένα ζωντανό σπερματοζώαριο υπάρχει πάντα η πιθανότητα εγκυμοσύνης.

## Κινητικότητα Σπερματοζωαρίων στο Σπερμοδιάγραμμα

Στην ανάλυση του σπέρματος, η κινητικότητα αναφέρεται στον αριθμό των σπερματοζωαρίων που κολυμπούν πολύ γρήγορα (**ομάδα a**) και στον αριθμό των σπερματοζωαρίων που κολυμπούν αργά αλλά προς τα εμπρός (**ομάδα b**), εκφρασμένα ως ποσοστό. Το σύνολο αυτών των δυο ομάδων αποτελεί τα σπερματοζωάρια που μπορούν να κινηθούν προς τα εμπρός (**πρόσθια ή προοδευτική κινητικότητα**) και που είναι αυτά που πρακτικά μπορούν να γονιμοποιήσουν το ωάριο. Υπάρχουν ακόμη ορισμένα σπερματοζωάρια που κολυμπούν σε κύκλους ή περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους (**ομάδα c**) και που είναι άπιθano να μπορέσουν να γονιμοποιήσουν το ωάριο. Αυτά τα σπερματοζωάρια ονομάζονταν κινούμενα αλλά χωρίς πρόσθια κίνηση. Τα σπερματοζωάρια που παραμένουν ακίνητα σε όλη τη διάρκεια της παρατήρησης αποτελούν την **ομάδα d**. Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται τα νεκρά σπερματοζωάρια αλλά και αυτά που είναι ζωντανά αλλά για διάφορους λόγους παραμένουν ακίνητα. Ο συνολικός αριθμός των σπερματοζωαρίων με προοδευτική κίνηση αποτελεί έναν **πολύ βασικό αριθμό της δυναμικής γονιμοποίησης του σπέρματος**. Ο ιατρικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την κακή κινητικότητα των σπερματοζωαρίων είναι **ασθενοζωοσπερμία**.

Η χαμηλότερη τιμή του φυσιολογικού ορίου για την ολική κινητικότητα (σύνολο κινητών σπερματοζωαρίων) είναι 40% και για την προοδευτική κινητικότητα (σύνολο πρόσθιας κίνησης) είναι 32%. Έχουμε διατηρήσει επίσης την τιμή αναφοράς (>25%) για την ομάδα a (ταχεία πρόσθια κίνηση) σύμφωνα με τις τιμές αναφοράς του ΠΟΥ της προηγούμενης έκδοσης, επειδή έχει δειχθεί σε πολλές ερευνητικές μελέτες, ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κινουμένων ταχέως και πρόσθια σπερματοζωαρίων σε ένα δείγμα σπέρματος, τόσο αυξάνεται το ποσοστό τεκνοποίησης. Οι αριθμοί μπορεί να φαίνονται λίγο αυθαίρετοι και απλώς να βασίζονται σε στατιστικές, αλλά **η κινητικότητα παραμένει από τους πιο**

χρήσιμους προγνωστικούς παράγοντες για την εκτίμηση της γονιμότητας.

## Μορφολογία Σπερματοζωαρίων στο Σπερμοδιάγραμμα

Η μορφολογία των σπερματοζωαρίων στο αποτέλεσμα του σπερμοδιαγράμματος αναφέρεται πολύ απλοϊκά, στο σχήμα τους. Προκειμένου να μπορέσουμε να δούμε τη μορφολογία των σπερματοζωαρίων, ένα μέρος του δείγματος χρωματίζεται με ειδικές χρωστικές (όπως για παράδειγμα με τις χρωστικές Παπανικολάου) για να μπορέσουμε να δούμε τη δομή των σπερματοζωαρίων και να κατατάξουμε το καθένα σπερματοζώαριο είτε ως **φυσιολογικής μορφολογίας** είτε ως **παθολογικής μορφολογίας**, σύμφωνα με πολύ καθορισμένα (αυστηρά) μορφολογικά κριτήρια που έχουν καθοριστεί από τον ΠΟΥ. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) έχει θέσει αυστηρά μορφολογικά κριτήρια που καθορίζουν τα διάφορα μορφολογικά ελαττώματα των σπερματοζωαρίων και αυτά συνήθως ομαδοποιούνται και αναφέρονται ως το ποσοστό σπερματοζωαρίων που παρουσιάζουν ανωμαλίες κεφαλής, αυχένα και ενδιάμεσου τμήματος και ουράς. Αναφέρονται επίσης τα σπερματοζώαρια που έχουν πολύ μεγάλα τμήματα κυτταροπλάσματος (**κυτταροπλασματικά σταγονίδια**). Τα σταγονίδια αυτά αποτελούν φυσιολογικά υπολείμματα της ωρίμανσης των σπερματοζωαρίων και όταν είναι πολύ μεγάλα μπορεί να εμποδίζουν την κινητικότητα και τη λειτουργία των σπερματοζωαρίων. Το συνολικό αποτέλεσμα δείχνει πολύ συχνά ότι μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό σπερματοζωαρίων χαρακτηρίζεται ως φυσιολογικό. Στην πραγματικότητα, ένα δείγμα σπέρματος θεωρείται μορφολογικά φυσιολογικό στο σπερμοδιάγραμμα, αν μόλις το 5% των σπερματοζωαρίων πληροί τα αυστηρά κριτήρια μορφολογίας. Με άλλα λόγια, μπορεί σε ένα δείγμα σπέρματος το 95% των σπερματοζωαρίων να παρουσιάζεται με παθολογική μορφολογία και να παραμένει εντός φυσιολογικών ορίων.

Οι ορισμοί της μορφολογίας του ΠΟΥ είναι πολύ συγκεκριμένοι, ώστε το συγκεκριμένο ποιοτικό χαρακτηριστικό του σπέρματος να καταγράφεται με ακρίβεια. Η παρουσία αυξημένου αριθμού σπερματοζωαρίων (>95%) παθολογικής μορφολογίας είναι γνωστή ως **τερατοζωοσπερμία**. Ο Δείκτης Τερατοζωοσπερμίας (TeratoZoospermia Index, TZI) αναφέρεται στο μέσο ορό μορφολογικών ανωμαλιών ανά σπερματοζώαριο. Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο δείκτης, τόσο περισσότερες ανωμαλίες υπάρχουν σε 1 σπερματοζώαριο (κάθε σπερματοζώαριο μπορεί να έχει όχι μόνο 1 μορφολογική ανωμαλία αλλά 2, 3 ή και 4 καμιά φορά). Είναι αρκετά πιθανό ότι ορισμένα από τα σπερματοζώαρια που χαρακτηρίζονται μορφολογικά ως παθολογικά μπορεί να λειτουργούν κανονικά, αλλά ακόμη κι έτσι, ένα μέσο δείγμα σπέρματος που περιέχει 100 εκατομμύρια σπερματοζωαρίων συνολικά και το 94% χαρακτηρίστηκε ως μορφολογικά παθολογικό, εξακολουθούν να είναι διαθέσιμα 6 εκατομμύρια φυσιολογικών σπερματοζωαρίων!

Τα κριτήρια του ΠΟΥ για την εκτίμηση της μορφολογίας των σπερματοζωαρίων είναι παρόμοια με αυτά του Kruger (Tygerberg). Όταν αυτά τα κριτήρια εφαρμόζονται για την αξιολόγηση της μορφολογίας των σπερματοζωαρίων, σχετικώς λίγα σπερματοζώαρια ταξινομούνται ως έχοντα κανονική μορφολογία, ακόμα



και σε σπέρμα από γόνιμους άνδρες.

## Ζωτικότητα των Σπερματοζωαρίων στο Σπερμοδιάγραμμα

Η ζωτικότητα αναφέρεται στην αναλογία των σπερματοζωαρίων που είναι νεκρά ή ζωντανά. Φυσιολογικά όλα τα σπερματοζωάρια που κολυμπούν είναι ζωντανά, αλλά δεν είναι δυνατόν να διακριθούν τα ζωντανά από τα νεκρά σπερματοζωάρια όταν αυτά είναι ακίνητα. Αυτό επιτυγχάνεται με μια ειδική χρώση που έχει την ιδιότητα να μην μπορεί να εισέλθει (και να χρωματίσει) τα ζωντανά κύτταρα, ενώ είναι ικανή να εισέλθει στα νεκρά κύτταρα χρωματίζοντας τα. Τα αποτελέσματα αναφέρονται ως ποσοστό των ζωντανών και νεκρών σπερματοζωαρίων. Η ελάχιστη ζωτικότητα που θεωρείται φυσιολογική είναι 58% και ο ιατρικός όρος για χαμηλότερες τιμές είναι **μερική νεκροζωοσπερμία** (ολική νεκροζωοσπερμία είναι αν όλα τα σπερματοζωάρια είναι νεκρά). Η εξέταση της ζωτικότητας των σπερματοζωαρίων στην εξέταση σπέρματος είναι ιδιαίτερα σημαντική σε καταστάσεις όπου υπάρχει πολύ χαμηλή κινητικότητα των σπερματοζωαρίων.

## Άλλα Κύτταρα στο Σπερμοδιάγραμμα

Μπορεί να υπάρχουν κάποια άλλα κύτταρα στην δείγμα του σπέρματος, κυρίως λευκά αιμοσφαίρια (λευκοκύτταρα / πυοσφαίρια), ερυθρά αιμοσφαίρια (ερυθροκύτταρα) ή ανώριμα σπερματοζωάρια (σπερματίδες). Η παρουσία ερυθρών αιμοσφαιρίων στο σπέρμα όπως ήδη αναφέρθηκε, ονομάζεται **αιμοσπερμία** και συνήθως υποδηλώνει λοίμωξη ή τραύμα. Η παρουσία αυξημένου αριθμού πυοσφαιρίων στο σπέρμα (**λευκοκυτταροσπερμία**) μπορεί να υποδηλώνει φλεγμονή των επικουρικών γεννητικών αδένων, φλεγμονές που μπορεί να επηρεάζουν την κινητικότητα των σπερματοζωαρίων. Επιπλέον, αυτά τα πυοσφαίρια παράγουν ελεύθερες ρίζες οξυγόνου και κυτοκίνες, μόρια που οδηγούν μεταξύ άλλων και στην αύξηση του κατακερματισμού του σπερματικού DNA. Η λευκοκυτταροσπερμία συμβάλει στην ανδρική υπογονιμότητα. Τα λευκά αιμοσφαίρια συχνά είναι δύσκολο να διακριθούν από τα ανώριμα σπερματοζωάρια. Και οι δύο αυτοί τύποι κυττάρων (πυοσφαίρια και ανώριμα σπερματοκύτταρα) αναφέρονται συνολικά ως **στρογγυλά κύτταρα** και μπορούν να αναγνωριστούν ξεχωριστά με ειδικές τεχνικές που ανιχνεύουν ένα ένζυμο που ονομάζεται **υπεροξειδάση**. Τα ανώριμα σπερματοκύτταρα είναι αρνητικά στην υπεροξειδάση ενώ τα πυοσφαίρια είναι θετικά στην υπεροξειδάση. Στο Πλήρες Σπερμοδιάγραμμα ανιχνεύονται ξεχωριστά τα δυο είδη κυττάρων ενώ στο Βασικό Σπερμοδιάγραμμα μετρώνται συνολικά τα στρογγυλά κύτταρα.

## Αποτελέσματα Αυτόματου Αναλυτή στο Σπερμοδιάγραμμα

Κάθε πλήρες σπερμοδιάγραμμα συνοδεύεται από τον έλεγχο ενός ειδικού αυτόματου αναλυτή σπέρματος.

Τα χαρακτηριστικά του σπέρματος που ελέγχονται με τον αναλυτή είναι η Συγκέντρωση, η Προοδευτική Κίνηση, η Μορφολογία, η Συγκέντρωση των Κινητών Σπερματοζωαρίων, η Συγκέντρωση των Λειτουργικών Σπερματοζωαρίων και υπολογίζεται και ο Δείκτης Κινητών Σπερματοζωαρίων (αναφέρεται στο συνδυασμό κινητών και μορφολογικώς φυσιολογικών σπερματοζωαρίων). Τα αποτελέσματα του αυτόματου αναλυτή στο σπερμοδιάγραμμα κατατάσσουν το δείγμα σπέρματος με βάση τις τιμές αναφοράς του για κάθε μια παράμετρο χωριστά ως Καλό – Μέτριο – Φτωχό.

Τα αποτελέσματα του αυτόματου αναλυτή παραθέτονται **μόνο για συγκριτικούς λόγους** και είναι δυνατό να μην ταυτίζονται με τη συνολική εικόνα του σπερμοδιαγράμματος, έτσι όπως έχει προκύψει από τη μελέτη των επιμέρους αναλύσεων και την τελική διατυπωμένη γνώμатеυση του ιατρού.

