



ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΝΕΥΡΟΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Θέμα: «Χρήση και συγκριτική αξιολόγηση με καθιερωμένες μεθόδους της απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού πραγματικού χρόνου (real time MRI) στην αξιολόγηση της δυσφαγίας των ενηλίκων »

ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΥΤΡΙΑ



ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
FACULTY OF MEDICINE

Postgraduate Thesis

**«Use and comparative evaluation with established methods of real time
magnetic resonance imaging (real time MRI) in the assessment of dysphagia in
adults.»**

PAPAZOGLOU AIKATERINI
SPEECH AND LANGUAGE THERAPIST

«Βεβαιώνω ότι η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα δικής μου δουλειάς και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής. Στις δημοσιευμένες και μη δημοσιευμένες πηγές έχω χρησιμοποιήσει εισαγωγικά και όπου απαιτείται έχω παραθέσει τις πηγές τους στο τμήμα της βιβλιογραφίας.»

Υπογραφή

ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Ιατρικής 2023

**ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΥΘΥΜΙΟΣ
Γ. ΔΑΡΔΙΩΤΗΣ**

ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Επιβλέπων:

Γρηγόριος Νάσιος, Τμήμα Λογοθεραπείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

- 1. κ. Νάσιος Γρηγόριος, Αναπλ. Καθηγητής Λογοθεραπείας Π.Ι.**
- 2. κ. Δαρδιώτης Ευθύμιος, Αναπλ. Καθηγητής Νευρολογίας Π.Θ.**
- 3. κ. Μεσσήνης Λάμπρος, Αναπλ. Καθηγητής Νευροψυχολογίας Α.Π.Θ.**

**Use and comparative evaluation with established methods of real time magnetic resonance
imaging (real time MRI) in the assessment of dysphagia in adults**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ την οικογένειά μου για την συνεχή στήριξή της!

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι διαταραχές κατάποσης και η δυσφαγία απασχολούν ένα μεγάλο κομμάτι του ενήλικου πληθυσμού παγκοσμίως. Αυτό εξηγείται εύκολα αν αναλογιστεί κανείς τις αρνητικές επιπτώσεις που έχει η δυσφαγία τόσο στην υγεία όσο και στην ψυχολογία και την κοινωνική ζωή των ασθενών. Οι αιτίες που προκαλούν τις διαταραχές κατάποσης είναι πολλές, με τους περισσότερους ασθενείς που εξετάζονται να είναι ασθενείς νευρολογικών νοσημάτων. Για την βελτίωση της ποιότητας ζωής τους είναι απαραίτητη η έγκαιρη και έγκυρη διάγνωση της εκάστοτε διαταραχής. Στόχος αυτής της εργασίας στο πρώτο μέρος της είναι να παρουσιάσει τα στάδια της φυσιολογικής κατάποσης ,τις αιτίες που οδηγούν στη δυσφαγία των ενηλίκων και έπειτα να παρουσιάσει αναλυτικά όλες τις υπάρχουσες μεθόδους που υπάρχουν για την αξιολόγηση της δυσφαγίας ενηλίκων. Στη συνέχεια, στο δεύτερο μέρος, παρουσιάζεται μία νέα και πολλά υποσχόμενη μέθοδος αξιολόγησης της δυσφαγίας, η αξιολόγηση με την χρήση του μαγνητικού τομογράφου πραγματικού χρόνου(real time MRI). Ακόμα, γίνεται σύγκριση της νέας αυτής μεθόδου με την βιντεοφλουοροσκόπηση (VF) και την ενδοσκόπηση(FEES) που είναι οι δύο κυριότερες μέθοδοι αξιολόγησης της δυσφαγίας που χρησιμοποιούνται σήμερα. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα, πως η μέθοδος αυτή έχει αρκετά πλεονεκτήματα, δίνει παρόμοια αποτελέσματα με τις άλλες δύο, με θετικά της την απεικόνιση και των μαλακών ιστών, την εύκολη και γρήγορη ολοκλήρωση της εξέτασης καθώς και τη δυνατότητα εξέτασης κατά τη διάρκεια της κίνησης. Άρα, αναμένεται ότι η real time MRI θα αναπτυχθεί ως χρήσιμο διαγνωστικό εργαλείο για την αξιολόγηση της δυσφαγίας σε διάφορες καταστάσεις.

Λέξεις κλειδιά: δυσφαγία, αξιολόγηση, μαγνητική τομογραφία πραγματικού χρόνου,

real time MRI (rt MRI), VF (βιντεοφλουοροσκόπηση) FEES(ενδοσκόπηση)

ABSTRACT

Eating disorders and dysphagia concern a large part of the adult population worldwide. This is easily explained if one considers the negations that dysphagia has both on the health, on the psychology and social life of the patients. The causes of the disorders are many, with most patients being examined being neurological patients. In order to improve their quality of life, a timely and valid diagnosis of each disorder is necessary. The aim of this work in its first part is to present the stages of normal swallowing, the causes that lead to dysphagia in adults and then to present in detail all the existing methods for the assessment of dysphagia in adults. Then, in the second part, a new and promising method of evaluating dysphagia is presented, the evaluation using real time magnetic resonance imaging (real time MRI). Furthermore, this new method is compared with videofluoroscopy (VF) and endoscopy (FEES), which are the two main methods of evaluating dysphagia we use today. We come to the conclusion that this method has several advantages such as imaging of the soft tissues, easy and quick completion of the examination as well as the possibility of examination during movement and have the same results as the other two methods. So, it is expected that real time MRI will be developed as a useful diagnostic tool for the evaluation of dysphagia in various conditions.

KEW WORDS: dysphagia, evaluation, real time MRI(rt MRI), VF, FEES, endoscopy, videofluoroscopy

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 ΣΤΑΔΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ.....	12
α)Πρώτο στάδιο- Στοματικό στάδιο	12
β) Δεύτερο στάδιο- Φαρυγγικό στάδιο	13
γ) Τρίτο στάδιο- Οισοφαγικό στάδιο.....	14
1.2 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ.....	15
α)Η ανατομία του μηχανισμού της κατάποσης.....	15
β)Κρανιακά νεύρα	15
1.3 ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ	16
1.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ.....	20
α) Προσυμπτωματικός έλεγχος δυσφαγίας.....	22
β)Παρά την κλίνη αξιολόγηση, (BSE)	22
β.1) Βασικές αρχές της αξιολόγησης παρά την κλίνη (BSE)	22
β.2) Εξέταση Κατάποσης Παρά την Κλίνη με Παλμική Οξυμετρία.....	24
β.3) Αξιολόγηση ικανότητας κατάποσης Mann	24
β.4) Δοκιμαστικές καταπόσεις.....	24
γ) Εργαστηριακή αξιολόγηση κατάποσης.....	25
γ.1) Απεικονιστικές μέθοδοι αξιολόγησης της κατάποσης.....	25
γ.2) Μη απεικονιστικές μέθοδοι αξιολόγησης της κατάποσης	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	34
2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ REAL TIME MRI.....	34
2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ REAL TIME MRI	37
2.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ REAL TIME MRI.....	42

2.4 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ REAL TIME MRI.....	44
2.5 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ REAL TIME MRI ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΣΗ	48
2.6 ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΗΣ ΔΥΣΦΑΓΙΑΣ ΜΕ ΤΟ REAL TIME MRI.....	51
2.7 ΣΥΓΚΡΙΣΗ REAL TIME MRI ΜΕ VF ΚΑΙ FEES	53
α)Συγκρίσεις σχετικές με την κατάποση	53
β)Σύγκριση REAL TIME MRI με FEES	54
γ) Σύγκριση REAL TIME MRI με VF	57
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαδικασία της μάσησης, της κατάποσης και στη συνέχεια της πέψης της τροφής περιγράφεται με τον όρο σίτιση. Οι τροφές μπορούν να είναι υγρές, στερεές ή άλλων πυκνοτήτων. Η σίτιση είναι απαραίτητη τόσο για τη θρέψη και την ενυδάτωση του οργανισμού όσο και για την κοινωνική αλληλεπίδραση του ατόμου (Παπαδοπούλου, 2014).

Η κατάποση αναφέρεται στη σύνθετη σειρά ενεργειών και κινήσεων που επιτρέπουν στα τρόφιμα, τα υγρά και το σάλιο να περάσουν από το στόμα μέσω του λαιμού (φάρυγγας) και στον οισοφάγο, φτάνοντας τελικά στο στομάχι για πέψη (Smith et al., 2023).

Όταν παρουσιαστεί κάποια διαταραχή, βλάβη, δυσλειτουργία ή καταστροφή σε κάποια από αυτές τις δομές ή στους μύες ή τα νεύρα αυτών, η κατάποση δεν είναι πλέον φυσιολογική. Αυτή η μη φυσιολογική κατάποση περιλαμβάνει την δυσχέρεια ή την πλήρη ανικανότητα κατάποσης που αναφέρεται με τους όρους δυσφαγία και αφαγία αντίστοιχα (Groher & Crary 2013). Ο γενικά αποδεκτός ορισμός της δυσφαγίας είναι απλά “δυσχέρεια στην κατάποση” (Murry & Carrau 2014).

Παρόλο που η επιδημιολογία της δυσφαγίας είναι ανεξερεύνητη, γνωρίζουμε πως επηρεάζει ένα κομμάτι του πληθυσμού. Άλλες έρευνες υποστηρίζουν πως επηρεάζει το 8% του πληθυσμού (Eslick & Talley 2008), άλλες φτάνουν στο 16-22% (Smith et al., 2022).

Η δυσφαγία πρώτα από όλα επηρεάζει την υγεία και το ευ ζην, καθώς η υγεία προσδιορίζεται ως ένας συνδυασμός ευεξίας σε συνδυασμό με σωματική και ψυχολογική υγεία καθώς και με την κοινωνική ζωή (World Health Organization, 2001). Η δυσφαγία μπορεί να έχει ψυχολογικό και σωματικό αντίκτυπο που περιλαμβάνει μειωμένη ποιότητα ζωής, κακή αναπνευστική λειτουργία και θρέψη καθώς και πρόωρο θάνατο από βήχα ή πνευμονία εισρόφησης (Smith et al. 2023)

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός από έρευνες που έχουν γίνει με στόχο την μελέτη των επιπλοκών της δυσφαγίας και την θέσπιση μέτρων που θα τις αντιμετωπίσουν. Η έγκαιρη και έγκυρη αξιολόγηση της κατάποσης τόσο με αντικειμενικές όσο και υποκειμενικές εξετάσεις είναι πολύ σημαντική (Groher & Crary 2013).

Στα παρακάτω κεφάλαια θα γίνει αναφορά στις διάφορες αιτίες που οδηγούν στη δυσφαγία καθώς και στους υπάρχοντες τρόπους αξιολόγησής της. Στη συνέχεια στο ειδικό μέρος θα γίνει ανάλυση της χρήσης του μαγνητικού τομογράφου πραγματικού χρόνου (real time MRI) για την αξιολόγηση της δυσφαγίας ενηλίκων καθώς και σύγκριση της μεθόδου με τις ήδη υπάρχουσες.

1.1 ΣΤΑΔΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ

Η κατάποση είναι μια περίπλοκη διαδικασία η οποία περιλαμβάνει πολλές κινήσεις με στόχο να μεταφερθεί ο βλωμός από το στόμα στο στομάχι. Τα στάδιά της είναι τρία. Πιο αναλυτικά:

α)Πρώτο στάδιο- Στοματικό στάδιο

Η έναρξη αυτού του σταδίου είναι εκούσια, δηλαδή εκτελείται ή αναστέλλεται με τη θέλησή μας (Bigenzahn & Denk, 2007). Στο στάδιο γίνεται η προετοιμασία και έπειτα η ενεργοποίηση της κατάποσης. Επίσης, είναι το στάδιο στο οποίο μπορούν να παρέμβουν οι λογοθεραπευτές (Μεσσήνης & Αντωνιάδης, 2010), (Arvedson, 1998).

Το στοματικό στάδιο συντελείται από δύο επιμέρους φάσεις, (α) την στοματική φάση προετοιμασίας (προπαρασκευαστικό στάδιο) και (β) την εκούσια ή εκτελεστική φάση (Flowers & Morris, 1973).

• Προπαρασκευαστικό στάδιο (1^η φάση)

Οι δομές που συμμετέχουν σε αυτό το στάδιο είναι η γλώσσα, τα χείλη, η κάτω γνάθος, η υπερώα και τα δόντια. Μετά την είσοδο της τροφής στο στόμα, κατευθύνεται από τα χείλη στην γλώσσα, η οποία με τη σειρά της την μεταφέρει στα δόντια, ώστε να μασηθεί (φάση μεταφοράς) (Murry & Carrau, 2014). Σε αυτό το σημείο δημιουργείται ο βλωμός, δηλαδή ένα ενιαίο κομμάτι υφής. Για να γίνει αυτό, οι στερεές και ημιστερεές τροφές πρέπει να αναμιχθούν με σίελο και με συνεχείς κυκλικές κινήσεις να σμικρυνθούν από τα δόντια. Όταν ο βλωμός είναι έτοιμος για κατάποση τοποθετείται στο πρόσθιο/ μέσο τριτημόριο της γλώσσας, στην πρόσθια έως μέση υπερώα χώρα. Εκεί συγκρατείται ώσπου να προωθηθεί στον φάρυγγα (φάση σύνθλιψης) (Murry & Carrau, 2014).

- **Εκτελεστικό στάδιο (2^η φάση)**

Είναι το στάδιο μεταφοράς του βλωμού, με δομές που συμμετέχουν : γλώσσα, δόντια, υπερώα και παρειές. Υπεύθυνη για τον χειρισμό της τροφής είναι η γλώσσα. Αρχικά, εμποδίζεται η πρόωμη διαφυγή του βλωμού στον φάρυγγα. Για να συμβεί αυτό, θα πρέπει η βάση της γλώσσας να είναι σε πλήρη επαφή με τη μαλθακή υπερώα και έτσι ο βλωμός θα μείνει εγκλωβισμένος μέσα στη στοματική κοιλότητα. Στη συνέχεια, για να γίνει έναρξη του φαρυγγικού σταδίου, ο βλωμός οδηγείται στο οπίσθιο τμήμα της γλώσσας και με την ώθησή της «πέφτει», με την βοήθεια των παρίσθμιων καμάρων. Ταυτόχρονα, η μαλθακή υπερώα ανυψώνεται και οι μύες των χειλιών και των παρειών συστέλλονται. Με αυτό τον τρόπο, αναπτύσσεται πίεση και έτσι μειώνεται ο όγκος της στοματικής κοιλότητας. Επιπλέον, το οπίσθιο τμήμα της γλώσσας κατεβαίνει ενώ το πρόσθιο και μέσο τμήμα ανέρχεται διαδοχικά, ώστε να προωθηθεί ο βλωμός στον στοματοφάρυγγα. Τέλος, η φάση τερματίζεται με την έκλυση του αντανακλαστικού της κατάποσης (Groher & Crary, 2015)

β) Δεύτερο στάδιο- Φαρυγγικό στάδιο

Στο τέλος του στοματικού σταδίου, αφού έχει ενεργοποιηθεί το αντανακλαστικό της κατάποσης, ξεκινά το φαρυγγικό στάδιο (Cunningham et al., 1991). Η έναρξη του αντανακλαστικού της κατάποσης γίνεται την στιγμή που η τροφή φτάνει στο πρόσθιο φαρυγγικό τόξο (Καμπανάρου, 2007). Επιπλέον, η αναπνοή διακόπτεται σε όλη τη διάρκεια του φαρυγγικού σταδίου και επανέρχεται όταν αυτό θα τελειώσει. Τέλος, το στάδιο αυτό είναι ακούσιο (Groher & Crary, 2015).

Το φαρυγγικό στάδιο διαιρείται σε τρεις επιμέρους φάσεις:

- **1η φάση**

Ακριβώς μετά την έναρξη του αντανακλαστικού της κατάποσης οι παρίσθμιες καμάρες σφίγγουν, η μαλθακή υπερώα ανυψώνεται και ο άνω φαρυγγικός σφιγκτήρας συσπάται. Έτσι ο βλωμός μεταφέρεται μέσω του φάρυγγα, και την ίδια στιγμή παρεμποδίζεται από το να εισχωρήσει στο ρινοφάρυγγα ή από το να επιστρέψει πίσω στο στόμα (Μεσσήνης & Αντωνιάδης, 2010).

- **2η φάση**

Στη δεύτερη φάση του φαρυγγικού σταδίου, πραγματοποιείται σύσπαση των φαρυγγικών μυών και η γλώσσα κάνει πρόσθια κίνηση και με αυτό τον τρόπο δίνει στον βλωμό τον

απαιτούμενο χώρο για να περάσει. Παράλληλα, ο λάρυγγας ανυψώνεται , έτσι ώστε να πάρει θέση κάτω από τη βάση της γλώσσας, όσο ανοίγουν οι φωνητικές χορδές και οι ψευδοχορδές. Τέλος, η επιγλωττίδα καλύπτει τον λάρυγγα (Μεσσήνης & Αντωνιάδης, 2010).

- **3η φάση**

Στην 3^η και τελευταία φάση του φαρυγγικού σταδίου, ο άνω οισοφαγικός σφικτήρας χαλαρώνει επιτρέποντας στον βλωμό να εισέλθει στον οισοφάγο (Μεσσήνης & Αντωνιάδης, 2010).

γ) Τρίτο στάδιο- Οισοφαγικό στάδιο

Το τρίτο στάδιο της κατάποσης, το οισοφαγικό, είναι ακούσιο , απλό και έχει διάρκεια περίπου 8 με 20 δευτερόλεπτα. Στο οισοφαγικό στάδιο η τροφή μεταφέρεται στο στομάχι, δια μέσω των πρωτογενών και δευτερογενών κινήσεων που πραγματοποιούν οι μύες του οισοφάγου (Ζιάβρα & Σκεύας, 2009).

Οι διαδικασίες που διενεργούνται σε αυτό το στάδιο είναι η διαδοχική περίσταλη (σύσπαση) του οισοφάγου, δηλαδή συντονισμένα κύματα μυϊκών συσπάσεων που μετακινούν τον βλωμό προς τα κάτω προς το στομάχι και η χάλαση του κάτω οισοφαγικού σφιγκτήρα για να επιτρέψει στην τροφή να εισέλθει στο στομάχι. Τέλος, η τροφή εισέρχεται στο στομάχι, όπου διασπάται επιπλέον από το οξύ και τα πεπτικά ένζυμα. (Murry & Carrau, 2014), (Groher & Crary, 2015).

1.2 ANATOMIA ΤΗΣ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ

α) Η ανατομία του μηχανισμού της κατάποσης

Οι δομές που συμμετέχουν στην ολοκλήρωση μίας φυσιολογικής κατάποσης είναι οι εξής (McFarland 2011) :

1. Στοματική κοιλότητα: προστόμιο, χείλη- παρειές , οδόντες, ούλα, κυρίως στοματική κοιλότητα, γλώσσα, υπερώα
2. Το υοειδές οστό
3. Ο ισθμός του φάρυγγα
4. Φάρυγγας
5. Στοματοφάρυγγας
6. Οισοφάγος
7. Τραχεία
8. Σιαλογόνοι αδένες
9. Λάρυγγας

β) Κρανιακά νεύρα

Τα κρανιακά νεύρα που συμμετέχουν στην κατάποση είναι (Drake et al., 2005):

1. Τρίδυμο νεύρο, συζυγία V
2. Προσωπικό νεύρο, συζυγία VII
3. Γλωσσοφαρυγγικό, συζυγία IX
4. Πνευμονογαστρικό, συζυγία X
5. Υπογλώσσιο, συζυγία XII

1.3 ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ

Η δυσφαγία έχει δύο υποτύπους:

- α) δυσφαγία που οφείλεται σε βλάβη στον κεντρικό νευρολογικό έλεγχο της κατάποσης, και
- β) δυσφαγία που προκαλείται από την επίδραση εξωτερικών παραγόντων και νοσημάτων τα οποία βλάπτουν την λειτουργία των οργάνων που συμμετέχουν στη στοματοφαρυγγική κατάποση (Αντωνίου,2002).

Για να ολοκληρωθεί μία φυσιολογική κατάποση με επιτυχία είναι απαραίτητο να υπάρχει προστασία των αεραγωγών, η οποία πραγματοποιείται με το κλείσιμο του λαρυγγικού σφικτήρα σε 3 επίπεδα (Moore et al.,2012). Σε περίπτωση που ο γλωττιδικός σφικτήρας δεν καταφέρει να κλείσει την στιγμή που πρέπει, οδηγούμαστε στην λαρυγγική διείσδυση/εισχώρηση του ή και εισρόφηση (πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά την κατάποση) του βλωμού (Αντωνίου,2002). Λαρυγγική διείσδυση ή εισχώρηση ονομάζουμε την κατάσταση όπου τροφή, υγρό ή σάλιο εισέρχεται στην περιοχή του λάρυγγα (η περιοχή του λαιμού που περιέχει τις φωνητικές χορδές και την επιγλωττίδα) κατά τη διαδικασία της κατάποσης, αντί να περάσει με ασφάλεια μέσω του οισοφάγου και στο στομάχι (Moore et al.,2012).

Η εισρόφηση είναι ένας ιατρικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την ακούσια είσοδο τροφής, υγρού, σάλιου ή άλλου ξένου υλικού στον αεραγωγό (τραχεία) και στους πνεύμονες, αντί αυτές οι ουσίες να περάσουν με ασφάλεια μέσω του οισοφάγου στο στομάχι κατά τη διαδικασία της κατάποσης (Groher &Crarry, 2013). Όταν ξένο υλικό εισέρχεται στους πνεύμονες, μπορεί να προκαλέσει μια λοίμωξη γνωστή ως πνευμονία εισρόφησης. Τα βακτήρια από το υλικό που καταπίνεται μπορεί να οδηγήσουν σε φλεγμονή και μόλυνση στον πνευμονικό ιστό (Moore et.al., 2012).

α) Διαταραχές των οργάνων που συμμετέχουν στην στοματοφαρυγγική κατάποση:

(Αντωνίου,2002)

1. Φλεγμονές, τραύματα ανώτερης αναπνευστικής-πεπτικής οδού
2. Κακοήθειες νόσοι κεφαλής-τραχήλου και θεραπευτικά επακόλουθα μετά από χειρουργικές επεμβάσεις, ακτινο-ή χημειοθεραπεία
3. Επεμβάσεις και νοσήματα Α.Μ.Σ.Σ

4. Επεμβάσεις και νοσήματα του θώρακα
5. Ανευρύσματα αορτικού τόξου, έκτοπη υποκλείδια αρτηρία
6. Μακροχρόνια διασωλήνωση
7. Χειλεο –γναθο –υπερωιοσχιστία
8. Τραχειοοισοφαγικά συρίγγια
9. Καυτηριασμοί
10. Εκκολπώματα
11. Βρογχοκήλη
12. Συστηματικά νοσήματα (σκληροδερμία, αμυλοείδωση, νόσος μοσχεύματος κατά ξενιστή)
13. Νοσήματα του οισοφάγου (αποφρακτικά, νευρομυϊκά, παλινδρόμηση)

β)Νευρολογικές παθήσεις:

(Moore et.,al., 2012)

1. Εγκεφαλικό επεισόδιο
2. Νόσος Parkinson
3. Μυασθένεια Gravis
4. Μυοπάθειες
5. Κακώσεις νωτιαίου μυελού
6. Πολλαπλή σκλήρυνση
7. Πλάγια μυατροφική σκλήρυνση

γ)Περιφερικό Νευρικό Σύστημα:

(Αντωνίου, 2022)

1. Μηνιγγίτιδα
2. Σύνδρομο Guillain- Barre
3. Χρόνια Φλεγμονώδης Απομυελινωτική Πολυνευροπάθεια
4. Διαβητική νευροπάθεια
5. Αμυλοειδής νευροπάθεια
6. Αγγειακή νευροπάθεια

δ)Φάρμακα:

(Moore et.al.,2012)

1. Αναλγητικά
2. Αντιβιοτικά
3. Αντισταμινικά
4. Βλεννολυτικοί παράγοντες
5. Αντιυπερτασικά
6. Αντινεοπλασματικοί παράγοντες
7. Βιταμίνες
8. Νευρολογικά φάρμακα
9. Αγχολυτικά
10. Αντιψυχωσικά
11. Αντιπαρκινσονικά

ε) Οισοφαγικές παθήσεις:

(Moore et.al.,2012)

1. Όγκοι οισοφάγου
2. Διαταραχές στην κινητικότητα του οισοφάγου
3. Οισοφαγίτιδα
4. Αχαλασία οισοφάγου
- 5.

στ) Λοιμώδη νοσήματα:

1. Οισοφαγίτιδα
2. Λαρυγγίτιδα
3. Καντιτίαση
4. Ερπητική οισοφαγίτιδα
5. Φαρυγγίτιδα
6. Σύφιλη
7. HIV/ AIDS

ζ) Αυτοάνοσα νοσήματα:

(Moore et.al.,2012)

1. Νόσος Crohn
2. Μικτή νόσος συνδετικού ιστού
3. Συστηματικός ερυθματώδης λύκος
4. Ηωσινοφυλική οισοφαγίτιδα
5. Σκληρόδερμα
6. Δερματομυοσίτιδα και πολυμυοσίτιδα

η) Ψυχογενής δυσφαγία:

(Αντωνίου, 2022)

Η ψυχογενής δυσφαγία, επίσης γνωστή ως λειτουργική δυσφαγία ή ψυχογενής οδυνοφαγία, είναι ένας τύπος διαταραχής της κατάποσης που οφείλεται κυρίως σε ψυχολογικούς παράγοντες και όχι σε σωματικές ανωμαλίες ή δομικά ζητήματα. Στην ψυχογενή δυσφαγία, η πράξη της κατάποσης επηρεάζεται από συναισθηματικούς, γνωστικούς ή συμπεριφορικούς παράγοντες.

Τα συμπτώματα της ψυχογενούς δυσφαγίας μπορεί να περιλαμβάνουν δυσκολία στην κατάποση, αίσθημα κολλήματος τροφής στο λαιμό, πόνο ή δυσφορία κατά την κατάποση (οδυνοφαγία) ή αίσθημα πνιγμού ή ασφυξίας. Αυτά τα συμπτώματα μπορεί να προκληθούν ή να επιδεινωθούν από το στρες, το άγχος ή τη συναισθηματική δυσφορία.

Για να γίνει διάγνωση της διαταραχής αρκεί μία απλή κατάποση σιέλου. Αν η κατάποση είναι φυσιολογική παρόλο που το άτομο αναφέρει πως του είναι αδύνατο να καταπιεί, τόσο πάσχει από ψυχογενή δυσφαγία (Αντωνίου, 2022).

1.4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ

Η αξιολόγηση των διαταραχών κατάποσης απαιτεί την συνεργασία μιας διεπιστημονικής ομάδας με στόχο την παροχή μίας ολοκληρωμένης αξιολόγησης. Μέλη της ομάδας μπορεί να είναι ΩΡΛ, νευρολόγος, ακτινολόγος, χειρουργός, ψυχίατρος, θεραπευτές όπως λογοθεραπευτής, εργοθεραπευτής και φυσιοθεραπευτής καθώς και διαιτολόγος (Murry & Carrau 2014).

Οι στόχοι αυτών των επαγγελματιών υγείας κατά την αξιολόγηση είναι η διάγνωση της διαταραχής κατάποσης και της έκτασής της, ο αποκλεισμός ή η ανίχνευση επιπλοκών και στη συνέχεια η δημιουργία του θεραπευτικού πλάνου του ασθενούς, καθώς και η πρόγνωση της εξέλιξης των συμπτωμάτων (Αντωνίου, 2002). Επιπλέον, εξετάζεται σε τι βαθμό είναι ασφαλής η κατάποση του ασθενούς και αν πρέπει να γίνουν αλλαγές στον τρόπο που σιτίζεται ο ασθενής ή στη σύσταση της τροφής που λαμβάνει. (Moore et al., 2012)

Ανεξάρτητα από το πρωτόκολλο που θα επιλέξει ο κάθε εξεταστής να χρησιμοποιήσει για την αξιολόγηση της διαταραχής, η λήψη ιστορικού αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της αξιολόγησης (Logemann & Larsen 2012).

Πριν από τη διεξαγωγή αξιολόγησης για δυσφαγία, είναι σημαντικό να συγκεντρωθούν σχετικές πληροφορίες σχετικά με το ιατρικό ιστορικό, τα συμπτώματα και τη συνολική υγεία του ατόμου. Αυτό βοηθά στην κατανόηση του πλαισίου και των πιθανών αιτιών των δυσκολιών στην κατάποση. Ακολουθούν ορισμένες σημαντικές ερωτήσεις που πρέπει να περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο ιστορικό:

Ιατρικό ιστορικό:

- Ποιες υποκείμενες ιατρικές καταστάσεις έχετε;
- Έχετε αντιμετωπίσει πρόσφατες ασθένειες, χειρουργικές επεμβάσεις ή ιατρικές θεραπείες;
- Παίρνετε κάποια φάρμακα; Αν ναι, ποια είναι αυτά;
- Έχετε ιστορικό νευρολογικών διαταραχών, αυτοάνοσων νοσημάτων ή γαστρεντερικών προβλημάτων;

Συμπτώματα:

- Ποια συγκεκριμένα συμπτώματα αντιμετωπίζετε κατά την κατάποση; (π.χ. πόνος, αίσθηση κολλήματος φαγητού, πνιγμός, βήχας)

- Πόσο καιρό έχετε αυτά τα συμπτώματα;
- Έχουν αλλάξει τα συμπτώματα με την πάροδο του χρόνου ή επιδεινώθηκαν πρόσφατα;

Χρόνος και ενεργοποιητές:

- Εμφανίζονται τα συμπτώματα με συγκεκριμένους τύπους τροφών ή υγρών;
- Τα συμπτώματα εμφανίζονται συγκεκριμένες ώρες της ημέρας ή σε συγκεκριμένες καταστάσεις;

Πόνος ή δυσφορία:

- Νιώθετε πόνο ή ενόχληση κατά τη διάρκεια ή μετά την κατάποση;
- Μπορείτε να περιγράψετε τη θέση και τη φύση του πόνου;

Απώλεια βάρους και διατροφή:

- Έχετε παρατηρήσει κάποια ακούσια απώλεια βάρους;
- Είστε σε θέση να διατηρήσετε τη σωστή διατροφή και ενυδάτωση;

Βήχας ή πνιγμός:

- Βήχετε ή πνίγεστε συχνά κατά τη διάρκεια των γευμάτων ή ενώ πίνετε;
- Έχετε ιστορικό εισρόφησης (εισπνοή τροφής ή υγρών στον αεραγωγό);

Παλινδρόμηση:

- Έχετε βιώσει παλινδρόμηση φαγητού ή υγρών, ειδικά μετά το φαγητό;

Δυσκολίες στην αναπνοή:

- Έχετε παρατηρήσει αλλαγές στην αναπνοή σας, ειδικά μετά την κατάποση;

Ποιότητα ζωής:

- Πώς έχουν επηρεάσει αυτές οι δυσκολίες στην κατάποση την καθημερινότητά σας, συμπεριλαμβανομένου του φαγητού, του ποτού και των κοινωνικών δραστηριοτήτων;

Αυτές οι ερωτήσεις βοηθούν στην παροχή μιας ολοκληρωμένης εικόνας της κατάστασης του ατόμου, η οποία καθοδηγεί τη διαδικασία αξιολόγησης και βοηθά τον πάροχο υγειονομικής περίθαλψης να καθορίσει τα κατάλληλα βήματα για την αξιολόγηση και τη διαχείριση της δυσφαγίας (Αντωνίου, 2002).

α) Προσυμπτωματικός έλεγχος δυσφαγίας

Εδώ και τουλάχιστον 20 χρόνια, υπάρχουν διαθέσιμα διάφορα ερωτηματολόγια αυτοαξιολόγησης για άτομα που υποψιάζονται ότι μπορεί να έχουν δυσφαγία ή αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατάποση. Ενώ αυτά τα ερωτηματολόγια μπορούν να παρέχουν μια προκαταρκτική κατανόηση της σοβαρότητας και των επιπτώσεων των προβλημάτων κατάποσης, δεν υποκαθιστούν την επαγγελματική αξιολόγηση από έναν πάροχο υγειονομικής περίθαλψης. Επιπλέον, παρέχουν πληροφορίες για το πώς αντιλαμβάνεται ο ασθενής την δυσκολία του και το πώς αυτή η δυσκολία επιδρά στην κοινωνική και προσωπική του ζωή (Moore et al., 2012). Ακολουθούν μερικά ερωτηματολόγια αυτοαξιολόγησης που χρησιμοποιούνται συνήθως για την αξιολόγηση της δυσφαγίας: (Moore et.al., 2012)

1. SWALlowing -Quality Of Life
2. MD Anderson Dysphagia Inventory, (MDADI)
3. EatingAssessmentTool, (EAT-10)*
4. DYsphagia in MUltiple Sclerosis, (DYMUS)*
5. DysphagiaShortQuestionnaire (DSQ)*.
6. Dysphagia Handicap Index (DHI)

β) Παρά την κλίνη αξιολόγηση, (BSE)

β.1) Βασικές αρχές της αξιολόγησης παρά την κλίνη (BSE)

Η παρά την κλίνη αξιολόγηση της κατάποσης είναι μια προκαταρκτική αξιολόγηση που διεξάγεται από έναν επαγγελματία υγείας για να αξιολογήσει την ικανότητα ενός ατόμου να καταπιεί με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα. Αυτή η αξιολόγηση βοηθά στον εντοπισμό πιθανών δυσκολιών στην κατάποση (δυσφαγία) και στον προσδιορισμό του εάν απαιτούνται περαιτέρω αξιολόγηση ή παρεμβάσεις (Αντωνίου, 2002). Ακολουθούν οι βασικές αρχές αυτής της μορφής αξιολόγησης :

Παρατήρηση και γενική αξιολόγηση:

Αξιολογείται η στάση σώματος, η εγρήγορση και η συνολική γνωστική εικόνα του ασθενούς, καθώς αυτά μπορεί να επηρεάσουν την ικανότητά του να ακολουθεί τις οδηγίες κατά την κατάποση.

Ακόμα, ελέγχονται τα κρανιακά νεύρα και τα αντανεκλαστικά της κατάποσης (βήχας, αντανεκλαστικό του φάρυγγα και της υπερώας, δέξεως και εξώθησης της γλώσσας). Σημαντικές πληροφορίες δίνονται και από το στόμα και το πρόσωπο του ασθενούς, για τυχόν μυικές αδυναμίες προσώπου ή αυχένα ή ασυμμετρία που επηρεάζει την κατάποση. Πιο αναλυτικά, ελέγχεται η σύγκλιση των χειλιών, η κινητικότητα της γλώσσας και της γνάθου, η σύγκλιση των δοντιών, η ικανότητα ανύψωσης του λάρυγγα και η σύσπαση των φαρυγγικών τοιχωμάτων, η ύπαρξη πλεγών στο στόμα καθώς και η αισθητικότητα στο στόμα (Αντωνίου, 2002).

Αξιοσημείωτα είναι και σημάδια πιθανής αναπνευστικής δυσχέρειας, όπως είναι ο βήχας, ο συριγμός ή η δύσπνοια (Rofes et al., 2011). Ελέγχεται ο ρυθμός, η ικανότητα συντονισμού εκπνοής και φώνησης καθώς και αναπνοής και κατάποσης. Ο εξεταστής μπορεί με ένα στηθοσκόπιο στον αυχένα να ελέγξει την πιθανή εισρόφιση πριν την βιντεοφλουροσκοπήση (Αντωνίου, 2002).

Αξιολόγηση των τεχνικών κατάποσης

Ο ασθενής καλείται να καταπιεί το σάλιο του και να σημειώσει τυχόν σημάδια δυσφορίας, βήχα ή αλλαγές στην ποιότητα της φωνής. Παρατηρείται ταυτόχρονα η ικανότητα του ασθενούς να ελέγχει τη ροή του σάλιου και να διαχειρίζεται τις εκκρίσεις (Αντωνίου, 2002).

Δοκιμασία κατάποσης

Προσφέρονται μικρές γουλιές νερό ή μικρές μπουκιές τυποποιημένης τροφής (π.χ. σάλτσα μήλου) και παρατηρείται η ικανότητα του ασθενούς να καταπιεί. Σημειώνονται τυχόν σημάδια δυσκολίας, όπως βήχας, πνιγμός ή αλλαγές στο μοτίβο της αναπνοής. Ακόμα, σημειώνονται τυχόν σημάδια βήχα ή καθαρισμού του λαιμού κατά τη διάρκεια ή μετά την κατάποση.

Αλλαγές φωνής:

Τυχόν αλλαγές στην ποιότητα της φωνής του ασθενούς μετά την κατάποση, μπορεί να υποδηλώνουν εισρόφιση (Αντωνίου, 2002).

Ψηλάφιση:

Ο κλινικός τοποθετεί τα μεσαία δάχτυλά του στο υοειδές οστό και τον δείκτη στο υπογέναιο και τον παράμεσο στον θυρεοειδή χόνδρο με στόχο να εξεταστεί η ικανότητα ανύψωσης του λάρυγγα κατά τη διάρκεια της κατάποσης (Αντωνίου, 2002).

β.2) Εξέταση Κατάποσης Παρά την Κλίνη με Παλμική Οξυμετρία

Μια παρά την κλίνη εξέταση κατάποσης με παλμική οξυμετρία είναι μια κλινική αξιολόγηση που πραγματοποιείται για να αξιολογηθεί η ικανότητα ενός ατόμου να καταπίνει με ασφάλεια ενώ παρακολουθούνται τα επίπεδα κορεσμού του οξυγόνου χρησιμοποιώντας ένα παλμικό οξύμετρο. Αυτή η αξιολόγηση χρησιμοποιείται συνήθως για τον εντοπισμό πιθανής εισρόφησης (Moore et al.,2012). Η εισρόφηση μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των επιπέδων οξυγόνου και η παλμική οξυμετρία βοηθά στην ανίχνευση τυχόν σταγόνων κορεσμού οξυγόνου που μπορεί να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια ή μετά την κατάποση. Αξίζει να σημειωθεί, πως δεν παρέχει πληροφορίες σχετικές με τη διάγνωση ούτε αποτελεί χρήσιμο αρωγό για την παροχή πληροφοριών σχετικές με το θεραπευτικό πλάνο. Ωστόσο, σε συνδυασμό με την παρά την κλίνη εξέταση της κατάποσης, μπορεί να μας πληροφορήσει για την παρουσία και τον βαθμό εισρόφησης. Η δοκιμασία αυτή επιλέγεται συνήθως για ασθενείς με δυσκολία στη μεταφορά ή για ασθενείς με αμφισβητούμενη γνωστική ικανότητα. (Moore et al.,2012).

β.3) Αξιολόγηση ικανότητας κατάποσης Mann

Η αξιολόγηση Mann της ικανότητας κατάποσης (MASA) είναι ένα κλινικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της στοματοφαρυγγικής δυσφαγίας με μη επεμβατικό τρόπο, σε άτομα που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο ή άλλες νευρολογικές παθήσεις. Η MASA αξιολογεί διάφορες πτυχές της κατάποσης, συμπεριλαμβανομένων των λειτουργιών της στοματικής προετοιμασίας και της στοματικής φάσης, καθώς και τον συντονισμό και την ασφάλεια της κατάποσης (Moore et al.,2012).

Η δοκιμασία αποτελείται από 27 αντικείμενα που είναι οργανωμένα σε διάφορα τμήματα, καθένα από τα οποία στοχεύει σε διαφορετικές πτυχές της κατάποσης και σχετικές λειτουργίες. Η αξιολόγηση λαμβάνει υπόψη τόσο τις φυσικές πτυχές της κατάποσης όσο και τις πιθανές επιπτώσεις στην καθημερινή ζωή ενός ατόμου (Olszewski, 2006), (Moore et al.,2012).

β.4) Δοκιμαστικές καταπόσεις

Η δοκιμαστική κατάποση αποτελεί το τελικό μέρος της παρά την κλίνη αξιολόγησης που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ικανότητας ενός ατόμου να καταπιεί με ασφάλεια και

αποτελεσματικότητα. Αυτή η αξιολόγηση βοηθά στον εντοπισμό τυχόν πιθανών δυσκολιών στην κατάποση και στον καθορισμό των κατάλληλων παρεμβάσεων ή θεραπειών. Οι δοκιμαστικές καταναλώσεις περιλαμβάνουν τη χορήγηση στο άτομο μικρών ποσοτήτων τροφής ή υγρών με διαφορετική σύσταση για να παρατηρηθεί πόσο καλά μπορούν να καταπιούν και να εντοπίσουν τυχόν σημάδια εισρόφησης ή άλλα προβλήματα κατάποσης (Moore et al.,2012).

Κατά τη διάρκεια μιας δοκιμαστικής αξιολόγησης κατάποσης, χρησιμοποιούνται συνήθως διαφορετικές συστάσεις τροφής και υγρά για την αξιολόγηση της ικανότητας του ατόμου να διαχειρίζεται διαφορετικές υφές και όγκους. Ο εξεταστής θα παρακολουθεί στενά τη διαδικασία κατάποσης του ατόμου, αναζητώντας σημάδια εισρόφησης, βήχα, πνιγμού, αλλαγές φωνής ή δυσφορία. Ο στόχος είναι να προσδιοριστεί ποιες συστάσεις μπορεί να καταπιεί το άτομο με ασφάλεια και να εντοπιστούν τυχόν προκλήσεις που μπορεί να αντιμετωπίσει κατά τη διαδικασία της κατάποσης (Moore et al.,2012).

γ) Εργαστηριακή αξιολόγηση κατάποσης

Η εργαστηριακή αξιολόγηση της κατάποσης αναφέρεται συνήθως σε δοκιμές και εξετάσεις που πραγματοποιούνται σε εργαστηριακό περιβάλλον για την αξιολόγηση διαφόρων πτυχών της ικανότητας ενός ατόμου να καταπιεί. Αυτές οι αξιολογήσεις μπορούν να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τις φυσιολογικές διαδικασίες που εμπλέκονται στην κατάποση, την πέψη και πιο σημαντικό από όλα στην ασφάλεια της κατάποσης (Adverson, 1998).

Υπάρχουν πολλές τεχνικές για τον έλεγχο της δυσφαγίας οι οποίες χωρίζονται σε απεικονιστικές και μη απεικονιστικές. Αυτές που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία οπτικοποιούν τις πληροφορίες που λαμβάνονται από τον ασθενή. Εδώ ανήκουν οι υπέρηχοι, η βιντεοενδοσκόπηση, η βιντεοακτινοσκόπηση και το σπινθηρογράφημα (Adverson, 1998). Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν το ηλεκτρομυογράφημα, οι εργαστηριακές εξετάσεις, η ακρόαση των ήχων της αναπνοής και η μανομετρία, δοκιμασίες που δεν απεικονίζουν την διαδικασία της κατάποσης (Adverson, 1998)

γ.1) Απεικονιστικές μέθοδοι αξιολόγησης της κατάποσης

- **Διαρρινική Εύκαμπτη Λαρυγγοσκόπηση, (TFL)**

Η διαρρινική εύκαμπτη λαρυγγοσκόπηση (TFL) είναι η πιο συνηθισμένη διαγνωστική διαδικασία που επιτρέπει στους επαγγελματίες υγείας, συνήθως ωτορινολαρυγγολόγους (ειδικούς ωτορινολαρυγγολόγους), να οπτικοποιήσουν τον λάρυγγα και τις γύρω δομές μέσω της μύτης χρησιμοποιώντας ένα λεπτό, εύκαμπτο ενδοσκόπιο. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται για την

αξιολόγηση της υγείας και της λειτουργίας των φωνητικών χορδών, καθώς και για τη διάγνωση διαφόρων διαταραχών του λάρυγγα και της φωνής. Μέσω αυτής της εξέτασης παρατηρείται η ανατομία του λάρυγγα και του φάρυγγα κατά την ηρεμία, κατά την αυθόρμητη και εξαναγκαστική κατάποση, κατά την ομιλία και κατά τον βήχα. Το TFL είναι κατάλληλο για εξωτερικά ιατρεία και παρέχει λεπτομερή και σε πραγματικό χρόνο προβολή του λάρυγγα χωρίς την ανάγκη αναισθησίας, καθώς είναι γενικά ανεκτή με μία πολύ μικρή ενόχληση καθώς εισάγεται το ενδοσκόπιο (Moore et al.,2012).

Οποιοσδήποτε ανωμαλίες, όπως οζίδια φωνητικών χορδών, πολύποδες, φλεγμονή ή βλάβες, μπορούν να εντοπιστούν κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Η διαρρινική εύκαμπτη λαρυγγοσκόπηση χρησιμοποιείται συχνά για τη διάγνωση και την παρακολούθηση καταστάσεων όπως η δυσλειτουργία των φωνητικών χορδών, η παράλυση των φωνητικών χορδών, η λαρυγγίτιδα, οι διαταραχές της φωνής και άλλα (Moore et al.,2012).

- **Ενδοσκοπική Αξιολόγηση της Κατάποσης με Οπτικές Ίνες, (FEES)**

Η Ενδοσκοπική Αξιολόγηση της Κατάποσης Οπτικών Ινών (FEES) είναι μια ιατρική διαδικασία που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της λειτουργίας της κατάποσης και τη διάγνωση των διαταραχών της. Μαζί με την βιντεοφλουροσκόπηση αποτελούν τις δύο κυριότερες μεθόδους αξιολόγησης της κατάποσης σήμερα. Κατά τη διάρκεια της εξέτασης, ένα λεπτό, εύκαμπτο ενδοσκόπιο με φως και κάμερα (σκοπείο οπτικών ινών) διέρχεται από τις ρινικές οδούς και μέσα στο λαιμό για να απεικονίσει τις δομές που εμπλέκονται στην κατάποση, συμπεριλαμβανομένου του λάρυγγα, του φάρυγγα και του άνω οισοφάγου. Αυτό επιτρέπει στους ωτορινολαρυγγολόγους να παρατηρούν τη διαδικασία κατάποσης πριν, μετά και κατά τη διάρκεια του φαρυγγικού σταδίου, σε πραγματικό χρόνο. Μπορεί να μας πληροφορήσει σχετικά με την ύπαρξη ή όχι του φαρυγγικού και λαρυγγικού αντανάκλαστικού, την σωστή κατεύθυνση και τον χρονισμό του βλωμού καθώς και τον έλεγχο της πρώιμης διαφυγής στο λάρυγγα. Έχει πολλά πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας άμεσης παρακολούθησης της διαδικασίας κατάποσης και αξιολόγησης του κινδύνου αναρρόφησης σε πραγματικό χρόνο. Μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διάφορα κλινικά περιβάλλοντα και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για άτομα με δυσκολία ανοχής στη στοματική φάση της αξιολόγησης της κατάποσης. Επιπλέον, το FEES είναι κατάλληλο για την αξιολόγηση ασθενών που δεν μπορούν να τοποθετηθούν σε όρθια θέση ή δυσκολεύονται να συντονίσουν την κατάποση (Moore et al.,2012).

- **Εύκαμπτη Ενδοσκοπική Αξιολόγηση της Κατάποσης με έλεγχο της αισθητικότητας, (FEESST)**

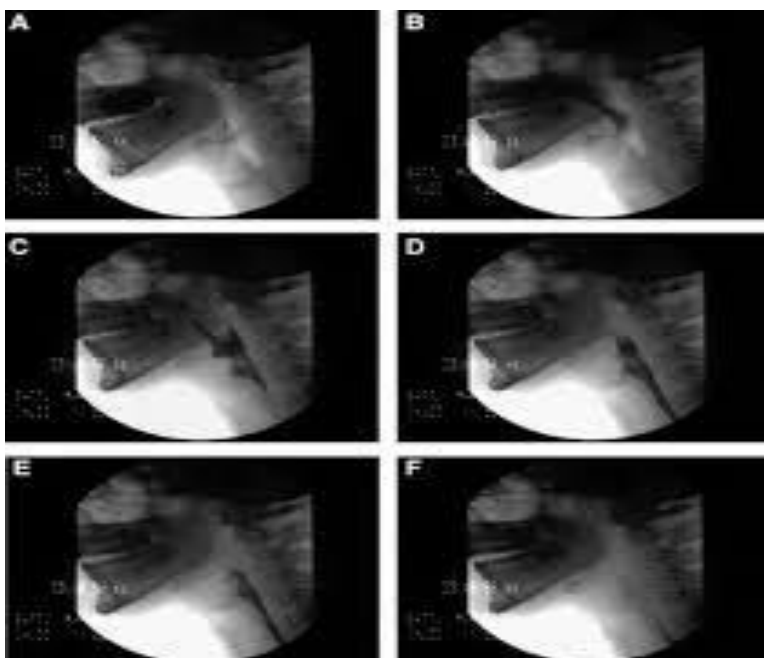
Η εξέταση FEESST αναπτύχθηκε από το Avin, ως ένα εργαλείο αξιολόγησης και της αισθητικότητας κατά τη διάρκεια της κατάποσης. Πιο αναλυτικά, ελέγχει τόσο το κινητικό όσο και το αισθητικό κομμάτι της κατάποσης με στόχο τον εντοπισμό κινητικών και αισθητηριακών ελλειμμάτων δυσφαγίας. Επιπλέον, το συγκεκριμένο εργαλείο είναι το μοναδικό εργαλείο κατάποσης που εξετάζει την προστασία του αεραγωγού και την μεταφορά του βλωμού (Moore et al.,2012) (Dziewas et al., 2019).

- **Βιντεοφλουροσκοπηση κατάποσης (VF)**

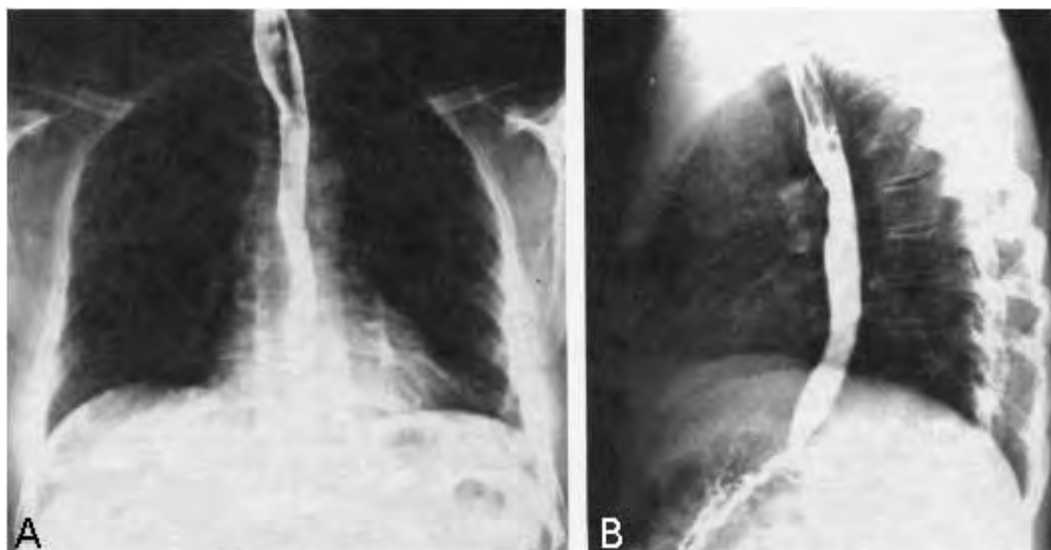
Η βιντεοφλουροσκοπηση είναι μια διαγνωστική διαδικασία που χρησιμοποιείται συνήθως για την αξιολόγηση των δυσκολιών στην κατάποση (δυσφαγία) χρησιμοποιώντας μια τεχνική που ονομάζεται βιντεοφθοροσκοπηση. Η βιντεοφθοροσκοπική αξιολόγηση δυσφαγίας, γνωστή και ως "μελέτη κατάποσης" ή "τροποποιημένη κατάποση βαρίου", περιλαμβάνει τη χρήση απεικόνισης ακτίνων X σε πραγματικό χρόνο για την απεικόνιση της διαδικασίας κατάποσης καθώς ο ασθενής καταναλώνει τροφή και υγρά αναμεμειγμένα με σκιαγραφικό υλικό (συνήθως βάριο). Είναι μία διεπιστημονική εξέταση καθώς είναι η απαραίτητη η παρουσία λογοπαθολόγου και ακτινολόγου για την πραγματοποίηση της (Moore et al.,2012).

Ο ασθενής τοποθετείται μπροστά από ακτινογραφικό μηχάνημα και καταναλώνει τροφή και υγρά που περιέχουν σκιαγραφικό υλικό με βάση το βάριο. Το υλικό αντίθεσης κάνει τις δομές του λαιμού και του οισοφάγου ορατές στις εικόνες ακτίνων X. Οι τροφές που καταναλώνει ο ασθενής έχουν ποικίλες συστάσεις για να προσομοιώνουν τις πυκνότητες που ο ασθενής κρίνεται να αντιμετωπίσει στην καθημερινότητα (Rugiu,2007).

Καθώς ο ασθενής καταπίνει, το μηχάνημα ακτίνων X καταγράφει εικόνες σε πραγματικό χρόνο της διαδικασίας κατάποσης. Οι εικόνες δείχνουν την κίνηση της γλώσσας, των μυών του λαιμού και του οισοφάγου, καθώς και τη διέλευση τροφής και υγρών. Μπορούμε να παρατηρήσουμε τις δομές από το στοματικό έως και το οισοφαγικό στάδιο της κατάποσης καθώς και σημεία εισρόφησης ή άλλες πιθανές ανωμαλίες (Αντωνίου,2002).



Εικόνα 1. Απεικόνιση κατάποσης με βιντεοφλουοροσκόπηση (Suntrup et al.,2013)



Εικόνα 2. Απεικόνιση οισοφάγου με βιντεοφλουοροσκόπηση (Sura et al.,2013)

- **Υπέρηχος**

Ο υπέρηχος , είναι μια τεχνική ιατρικής απεικόνισης που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της λειτουργίας της κατάποσης και τη διάγνωση των δυσκολιών στην κατάποση. Περιλαμβάνει τη χρήση τεχνολογίας υπερήχων για την απεικόνιση των μυών και των δομών που εμπλέκονται στη διαδικασία της κατάποσης, ιδιαίτερα των μυών του λαιμού και του λαιμού. Το υπερηχογράφημα δυσφαγίας μπορεί να παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κίνηση και τον συντονισμό των μυών κατά την κατάποση, βοηθώντας τους επαγγελματίες υγείας να εντοπίσουν τυχόν ανωμαλίες ή προβλήματα που μπορεί να συμβάλλουν στη δυσφαγία (Moore et al.,2012).

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με άλλες αξιολογήσεις κατάποσης, όπως βιντεοφθοροσκοπικές μελέτες κατάποσης (τροποποιημένες μελέτες κατάποσης βαρίου) ή ενδοσκοπικές ινσκοπικές αξιολογήσεις της κατάποσης (FEES), για την παροχή ολοκληρωμένης κατανόησης της λειτουργίας κατάποσης ενός ατόμου. Το υπερηχογράφημα δυσφαγίας συνήθως εκτελείται από επαγγελματίες υγείας που είναι εκπαιδευμένοι στον ιατρικό υπερηχογράφημα και την αξιολόγηση της δυσφαγίας, όπως παθολόγους λόγου ή ακτινολόγους (Moore et al.,2012).

- **Σπινθηρογράφημα**

Το σπινθηρογράφημα για τη δυσφαγία, περιλαμβάνει την παρακολούθηση της κίνησης ενός ραδιοϊχνηλάτη καθώς καταπίνεται κατά την κατάποση. Αυτό παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με το χρονοδιάγραμμα, το συντονισμό και την ασφάλεια της διαδικασίας κατάποσης. Το σπινθηρογράφημα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την αξιολόγηση της διέλευσης τροφής και υγρών μέσω του οισοφάγου και προσδιορίζει την ποσότητα του βλωμού που έχει μείνει στον στοματοφάρυγγα, τον φάρυγγα, τον λάρυγγα και την τραχεία (Moore et al.,2012).

Ο ασθενής καταναλώνει τροφή ή υγρά που περιέχουν μικρή ποσότητα ραδιενεργού ιχνηθέτη, ο οποίος είναι συνήθως μια ασφαλής και βραχύβια ραδιενεργή ουσία. Μία ειδική κάμερα(γ- κάμερα), καταγράφει εικόνες καθώς ο ραδιοϊχνηλάτης κινείται μέσω του λαιμού και του οισοφάγου κατά την κατάποση. Λαμβάνονται πολλαπλές εικόνες σε μια χρονική περίοδο για να παρατηρηθεί ολόκληρη η διαδικασία κατάποσης (Moore et al.,2012).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το σπινθηρογράφημα πραγματοποιείται συνήθως σε εξειδικευμένες ιατρικές εγκαταστάσεις με πρόσβαση σε εξοπλισμό απεικόνισης πυρηνικής ιατρικής. Η διαδικασία επιβλέπεται από επαγγελματίες υγείας εκπαιδευμένους στην αξιολόγηση της πυρηνικής ιατρικής, της ακτινολογίας ή της δυσφαγίας (Moore et al.,2012).

- **Μανομετρία**

Η μανομετρία, συγκεκριμένα η μανομετρία του οισοφάγου, είναι μια διαγνωστική διαδικασία που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της μυϊκής λειτουργίας και κίνησης του οισοφάγου. Η μανομετρία του οισοφάγου μπορεί να είναι σημαντική για την αξιολόγηση των δυσκολιών στην κατάποση (δυσφαγία), καθώς παρέχει πληροφορίες για το πώς οι μύες του οισοφάγου συστέλλονται και χαλαρώνουν κατά τη διαδικασία της κατάποσης. Αυτή η αξιολόγηση βοηθά στον εντοπισμό καταστάσεων που επηρεάζουν την κινητικότητα (κίνηση) και τον συντονισμό του οισοφάγου. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη διάγνωση καταστάσεων όπως η αχαλασία (μια διαταραχή που επηρεάζει την ικανότητα του οισοφάγου να μετακινεί την τροφή στο στομάχι), ο οισοφαγικός σπασμός και άλλες διαταραχές κινητικότητας (Moore et al.,2012).

Υπάρχει και η φαρυγγική μανομετρία που απαιτεί αισθητήρες καταγραφής της πίεσης, οι οποίοι είναι αρκετά ευαίσθητοι για να ανταποκριθούν γρήγορα στις ταχύτερες αλλαγές στην ενδοστοματοφαρυγγική πίεση κατά την διάρκεια της φαρυγγικής κατάποσης. Η φαρυγγική μανομετρία απαιτεί ταυτόχρονα και την χρήση της βιντεοακτινοσκόπησης προκειμένου να διαπιστωθούν τα αίτια αλλαγών της πίεσης, δηλαδή εάν είναι αποτέλεσμα της προώθησης του βλωμού, του φαρυγγικού σπαστικού κύματος ή κάποιων άλλων δομών (Arvedson, 1998)

- **Μαγνητική τομογραφία (MRI)**

Η μαγνητική τομογραφία (MRI) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστική απεικονιστική τεχνική για την αξιολόγηση διαφόρων πτυχών των δυσκολιών στην κατάποση (δυσφαγία) και σχετικών καταστάσεων. Μπορεί να παρέχει λεπτομερείς εικόνες της ανατομίας και της λειτουργίας των δομών που εμπλέκονται στην κατάποση, συμπεριλαμβανομένου του λαιμού, του οισοφάγου και των γύρω ιστών (Αντωνίου,2002). Μέσω της MRI εξετάζεται η στοματική, φαρυγγική και λαρυγγική κοιλότητα καθώς και πιθανή μυϊκή αδυναμία, επιτρέποντας με τον τρόπο αυτόν την αξιολόγηση του μηχανισμού κατάποσης (Moore et al.,2012). Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που υπάρχει η υπόνοια μορφολογικών αλλοιώσεων (Αντωνίου, 2002).

- **Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων, (PET)**

Η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) είναι μια τεχνική ιατρικής απεικόνισης που χρησιμοποιείται συνήθως για την αξιολόγηση της μεταβολικής και λειτουργικής δραστηριότητας μέσα στο σώμα. Αν και το PET δεν είναι μια πρωταρχική μέθοδος απεικόνισης για την αξιολόγηση της ίδιας της δυσφαγίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ορισμένες περιπτώσεις για την αξιολόγηση

υποκείμενων καταστάσεων που μπορεί να συμβάλλουν στη δυσφαγία. Για παράδειγμα, οι σαρώσεις PET μπορούν να είναι χρήσιμες για τον εντοπισμό όγκων, λοιμώξεων ή άλλων ανωμαλιών που μπορεί να επηρεάσουν τις δομές που εμπλέκονται στην κατάποση (Αντωνίου, 2002). Ωστόσο, εκθέτει τον ασθενή σε ακτινοβολία (Moore et al.,2012).

γ.2) Μη απεικονιστικές μέθοδοι αξιολόγησης της κατάποσης

Όπως προαναφέρθηκε, οι περισσότερες μη απεικονιστικές τεχνικές παρέχουν τη δυνατότητα μετρήσεων της συχνότητας και του εύρους των παραμέτρων της κατάποσης σε ένα διάστημα. Οι μη απεικονιστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται περισσότερο για την αξιολόγηση της δυσφαγίας είναι οι εξής:

- **Εργαστηριακές εξετάσεις**

Οι εργαστηριακές εξετάσεις για δυσφαγία είναι ιατρικές εξετάσεις που αναλύουν διάφορα σωματικά υγρά, ιστούς και άλλα δείγματα για να βοηθήσουν στη διάγνωση των υποκείμενων αιτιών των δυσκολιών στην κατάποση. Ενώ πολλές πτυχές της αξιολόγησης της δυσφαγίας περιλαμβάνουν κλινικές παρατηρήσεις και απεικόνιση, οι εργαστηριακές εξετάσεις μπορούν να παρέχουν πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τη συνολική υγεία και τους πιθανούς παράγοντες που συμβάλλουν (Αντωνίου, 2002).

- **Ακτινογραφία Θώρακα**

Η ακτινογραφία θώρακος είναι μια ιατρική εξέταση απεικόνισης που δημιουργεί εικόνες της περιοχής του θώρακα, συμπεριλαμβανομένων της καρδιάς, των πνευμόνων, των πλευρών και των γύρω δομών. Ενώ η ακτινογραφία θώρακος δεν είναι ένα πρωταρχικό διαγνωστικό εργαλείο για την αξιολόγηση της ίδιας της δυσφαγίας, μπορεί μερικές φορές να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την ανατομία και τις δομές του θώρακα που μπορεί έμμεσα να σχετίζονται με δυσκολίες κατάποσης. Το πιο σημαντικό είναι ότι μας πληροφορεί για πιθανά ευρήματα πενυμονίας από εισρόφιση (Αντωνίου,2002).

- **Ηλεκτρομυογραφία**

Η ηλεκτρομυογραφία (EMG) είναι μια διαγνωστική εξέταση που μετρά την ηλεκτρική δραστηριότητα των μυών. Στο πλαίσιο της δυσφαγίας, το ΗΜΓ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της λειτουργίας των μυών που εμπλέκονται στην κατάποση. Παρέχει πολύτιμες

πληροφορίες σχετικά με τον συντονισμό, τη δύναμη και το χρόνο των μυϊκών συσπάσεων κατά τη διαδικασία της κατάποσης (Αντωνίου, 2002).

- **Ηλεκτρογλωττιδογραφία**

Πρόκειται για μία μέθοδο καταγραφής της κίνησης των φωνητικών χορδών κατά τη διάρκεια της φώνησης (Αντωνίου, 2002).

- **Ακρόαση των αναπνευστικών ήχων**

Η ακρόαση των ήχων της αναπνοής, είναι μια ιατρική πρακτική που περιλαμβάνει τη χρήση στηθοσκοπίου για την ακρόαση των ήχων που παράγονται από τους πνεύμονες και τους αεραγωγούς καθώς ένα άτομο αναπνέει. Ακόμα, ο κλινικός μπορεί να ακούσει την αναπνοή και να σημειώσει τις φάσεις της εισπνοής και της εκπνοής του κάθε κύκλου αναπνοής, καθώς και την στιγμή που πραγματοποιείται η φαρυγγική κατάποση (Bergamaschi, 2008). Ενώ η ακρόαση δεν χρησιμοποιείται συνήθως ως κύρια μέθοδος για την αξιολόγηση της δυσφαγίας (δυσκολίες κατάποσης), μπορεί να παρέχει έμμεσες πληροφορίες σχετικά με την αναπνευστική λειτουργία και πιθανές επιπλοκές που σχετίζονται με τη δυσφαγία (Adverson, 1998).

- **Φαρυγγική μανομετρία**

Οι αλλαγές της ενδοστοματοφαρυγγικής πίεσης καταγράφονται με τη βοήθεια αισθητήρων που σε συνδυασμό με την παράλληλη χρήση της βιντεονδοσκόπησης αναδεικνύει τα αίτια των αλλαγών πίεσης (Αντωνίου, 2002).

- **Ρημετρία**

Είναι μία μέθοδος η οποία έπεται της μανομετρίας έτσι ώστε να έχει γίνει ο προσδιορισμός του κάτω οισοφαγικού σφιγκτήρα. Εξετάζει την ύπαρξη και τον βαθμό της γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης. Η 24ωρη παρακολούθηση του pH αποτελεί πλέον αποδεκτό πρωτόκολλο για την εξακρίβωση της ύπαρξης ή μη της οισοφαγικής και γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης (Moore et al., 2012)

Συμπερασματικά, η αξιολόγηση των διαταραχών της κατάποσης είναι μία περίπλοκη διαδικασία. Είναι απαραίτητο να συνδράμουν όλα τα μέλη της διεπιστημονικής ομάδας και ο ασθενής να υποβληθεί σε διάφορες διαγνωστικές εξετάσεις με στόχο τον έλεγχο όλου του πλήθους των παραγόντων της δυσφαγίας (Groher & Crary 2013).

Καμία από τις μεθόδους αξιολόγησης που αναφέρθηκαν δεν μπορεί μεμονωμένα να μας παρέχει όλα τα στοιχεία που χρειαζόμαστε για την έγκυρη και έγκαιρη διάγνωση της δυσφαγίας με στόχο μία

αποτελεσματική θεραπεία. Συνεπώς, είναι απαραίτητος ο συνδυασμός των εργαστηριακών εξετάσεων–απεικονιστικών ή μη- με την παρά την κλίνη αξιολόγηση και τον προσυμπτωματικό έλεγχο της δυσφαγίας. Σε κάθε περίπτωση απαιτείται η λήψη ιστορικού (Groher & Crary 2013).

Τέλος, η διαδικασία της κατάποσης είναι μοναδική για τον κάθε ασθενή. Συνεπώς, η αξιολόγηση θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες, τις ικανότητες και τις αδυναμίες του κάθε εξεταζόμενου (Groher & Crary 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ REAL TIME MRI

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο (real time MRI) είναι μια προηγμένη τεχνική ιατρικής απεικόνισης που επιτρέπει τη λήψη και την απεικόνιση εικόνων ή βίντεο κινούμενων εσωτερικών δομών του σώματος σε πραγματικό χρόνο (Frahm et al., 2019). Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μαγνητικές τομογραφίες, οι οποίες παρέχουν στατικές εικόνες των εσωτερικών δομών του σώματος, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση και παρατήρηση των δυναμικών διεργασιών καθώς συμβαίνουν. (Nayak et al., 2022)

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο δεν είναι ούτε πρόσφατη επιθυμία ούτε μια σύγχρονη ιδέα, αλλά σχεδόν τόσο παλιά όσο η μαγνητική τομογραφία. Ήδη από το 1984-1985, πολύ πριν την έλευση των μεγάλων βιομηχανικών εξελίξεων, η ευρεία πρόσβαση σε υπεραγώγιμους μαγνήτες ολόκληρου του σώματος και οι πολλά υποσχόμενες κλινικές δοκιμές στη νευροαπεικόνιση, οδήγησαν τον Sir Peter Mansfield και τους συναδέλφους στο Nottingham (Ηνωμένο Βασίλειο) στη χρησιμοποίηση της απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο, για απεικόνιση του θώρακα, σε ζώα και παιδιά. (Mansfield, 1984), (Ordidge et al., 1985).

Πιο αναλυτικά, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο (RT-MRI) αναφέρεται στη συνεχή (Uecker et al., 2010) και ταχεία παρακολούθηση («μαγνητοσκόπηση») κινούμενων αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο, οπτικοποιώντας και ανακατασκευάζοντας με αυτό τον τρόπο τις δυναμικές διεργασίες χωρίς αισθητή χρονική καθυστέρηση (Uecker et al., 2012). Για να επιτευχθεί η μέγιστη ταχύτητα ωστόσο, θα πρέπει να γίνει μείωση του όγκου των δεδομένων που έχουν αποκτηθεί για οποιοδήποτε μεμονωμένο καρέ μιας σειράς εικόνων ή ταινίας μαγνητικής τομογραφίας. Η μείωση αυτή ονομάζεται «υποδειγματοληψία». (Zhang et al., 2011).

Ιστορικά, η μαγνητική τομογραφία είχε τη φήμη ότι είναι μια «αργή» μέθοδος, ειδικά σε σύγκριση με την ακτινογραφία, την υπολογιστική τομογραφία (CT) και τον υπέρηχο. Αυτή η αντίληψη αλλάζει. Σε σύγχρονο εμπορικό εξοπλισμό MRI, η RT-MRI είναι πλέον εφικτή, πρακτική και άμεσα διαθέσιμη. (Nayak et al., 2022)

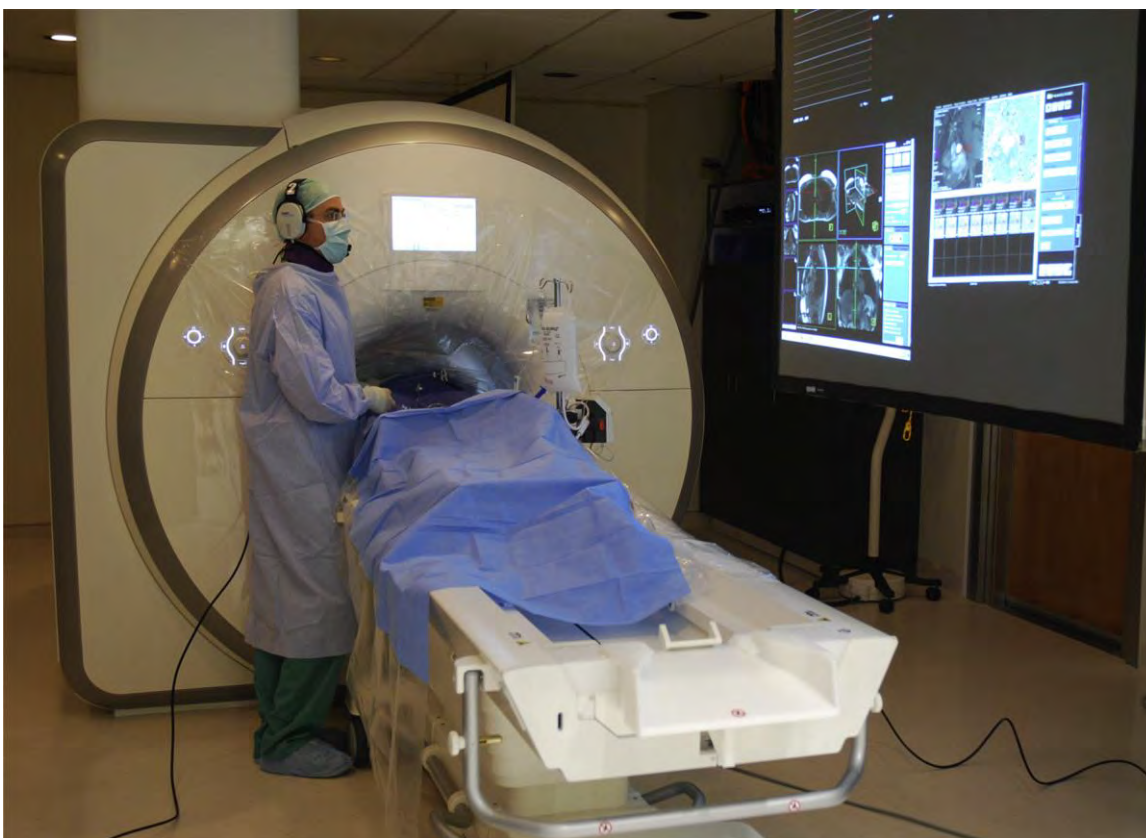
Οι πρόσφατες εξελίξεις στη μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο έχουν ως αποτέλεσμα εικόνες υψηλής ποιότητας με χρόνους λήψης κατά προσέγγιση μόνο 30 ms. Η τεχνική χρησιμοποιεί μια γρήγορη ακολουθία βολής χαμηλής γωνίας με αντίθεση πυκνότητας πρωτονίου T1 ή T2/T1 και

ακτινική κωδικοποίηση δεδομένων για ευρωστία κίνησης. Η υψηλή χρονική ανάλυση επιτυγχάνεται με μείωση έως και 20 φορές των ακτινικών δεδομένων που καταγράφηκαν. Ένας επαναληπτικός αλγόριθμος ανακατασκευής εκτιμά την εικόνα ως τη λύση ενός μη γραμμικού αντίστροφου προβλήματος και διασφαλίζει την πιστότητα της εικόνας μέσω χρονικής τακτοποίησης, η οποία εκμεταλλεύεται την χρονική συνέχεια διαδοχικών καρέ κατά τη δυναμική απεικόνιση (Zhang et al., 2011).

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι μονοκβαντικών σημάτων NMR πρωτονίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για MRI: ελεύθερα επαγωγικά σήματα διάσπασης στη μορφή μιας διαβάθμισης ηχώ, περιστροφική ηχώ και διεγερμένη ηχώ, που μπορεί να επηρεαστεί από έναν, δύο ή τρεις διαδοχικούς παλμούς RF, αντίστοιχα. Επιπροσθέτως, οι γρήγορες επαναλήψεις παλμών μπορεί να οδηγήσουν σε σύμπλεγμα αλληλεπικάλυψης των οδών συνοχής που αναφέρονται ως σήμα ελεύθερης μετάπτωσης σταθερής κατάστασης (SSFP).

Για τη μαγνητική τομογραφία το σήμα SSFP πρέπει να διασφαλίζεται από πλήρως ισορροπημένες (δηλαδή συμμετρικές) εφαρμογές των διαβαθμίσεων του μαγνητικού πεδίου. Έτσι ακυρώνονται όλες οι καθαρές ροπές κλίσης και επομένως καταλήγουν σε μηδενική φάση ανά διάστημα επανάληψης (TR). Σε γενικές γραμμές, όλοι οι τύποι μπορούν να εφαρμοστούν για απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, αλλά με διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα (Uecker et al., 2012)

Λόγω της χρονοβόρας σάρωσης του k-space, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο ήταν δυνατή μόνο με χαμηλή ποιότητα εικόνας ή χαμηλή χρονική ανάλυση. Με την πρόοδο της τεχνολογίας του MRI όμως τα τελευταία 30 χρόνια, η ποιότητα της RT-MRI έχει βελτιωθεί αισθητά. Πιο αναλυτικά, οι κλίσεις γρήγορης εναλλαγής, τα πηνία δέκτες συστοιχιών και η προηγμένη ανακατασκευή σε συνδυασμό με την παράλληλη απεικόνιση, την συμπίεσμένη αντίχνευση και την τεχνητή νοημοσύνη δημιουργούν έναν νέο τομογράφο οποίος επιτυγχάνει χρονική ανάλυση 20 έως 30 χιλιοστών του δευτερολέπτου για εικόνες με ανάλυση εντός επιπέδου 1,5 έως 2,0 mm, χωρίς να βασίζεται σε καμία επανάληψη ή συγχρονισμό (Uecker et al., 2010).



Εικόνα 3 : ο χειριστής κατά τη διάρκεια της εξέτασης (Rogers et al., 2016)

Ο χειριστής φοράει ακουστικά ακύρωσης θορύβου για επικοινωνία. Στο δωμάτιο εμφανίζονται εικόνες μαγνητικού συντονισμού και αιμοδυναμική σε πραγματικό χρόνο. (Rogers et al., 2016)

2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ REAL TIME MRI

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο συγκεντρώνει πολλά πλεονεκτήματα, αποτελώντας έτσι ένα πολύτιμο εργαλείο τόσο σε ερευνητικό όσο και σε κλινικό περιβάλλον (Ewertzen et al., 2013). Μερικά από τα βασικά πλεονεκτήματα της μαγνητικής τομογραφίας σε πραγματικό χρόνο περιλαμβάνουν:

α) Δυναμική Οπτικοποίηση

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο παρέχει συνεχείς, δυναμικές εικόνες ή βίντεο κινούμενων δομών μέσα στο σώμα. Αυτό επιτρέπει την παρατήρηση φυσιολογικών διεργασιών και κινήσεων, όπως η καρδιακή κίνηση, η κίνηση των αρθρώσεων, η κατάποση, η παραγωγή ομιλίας και πολλά άλλα, σε πραγματικό χρόνο (Zeng & Schmidt (2020).

β) Απεικόνιση σε κίνηση

Το συγκρότημα του μετατροπέα μπορεί να μετακινηθεί ελεύθερα πάνω από τον ασθενή και να παράγει εικόνες σε οποιονδήποτε άξονα. Εικόνες μπορούν επίσης να παραχθούν και καθώς ο μετατροπέας μετακινείται. Τα όργανα μπορούν να απεικονίζονται σε κίνηση και οι ασθενείς δεν χρειάζεται να διακόψουν την αναπνοή κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σάρωσης. : Η παρατήρηση της κίνησης είναι σημαντική για δύο λόγους: (1) ορισμένοι τύποι φυσιολογικής και μη φυσιολογικής ανατομίας μπορούν να εκτιμηθούν μόνο βλέποντας τα όργανα σε κίνηση και (2) η ανάγκη για αναστολή της αναπνοής εξαλείφεται. Επομένως, ασθενείς που δεν μπορούν να αναστείλουν την αναπνοή μπορούν να εξετάζονται ικανοποιητικά με απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο (Skolnick, 1981). Τύποι κίνησης που αναγνωρίζονται σε απεικονίσεις πραγματικού χρόνου:

- Αναπνευστική κίνηση. Χαρακτηριστικά παραδείγματα

είναι οι αλλαγές της θέσης του διαφράγματος μεταξύ εισπνοής και εκπνοής ή το

ολίσθηση του ενός οργάνου πάνω στο άλλο, όπως η κίνηση του ήπατος πάνω από τα

νεφρά. Απουσία κίνησης οργάνων κατά τη διάρκεια της αναπνοής συχνά συνεπάγεται μια διαδικασία ασθένειας. Η έλλειψη κίνησης του διαφράγματος μπορεί να υποδηλώνει τραυματισμό του νεύρου ή φλεγμονή στη βάση του πνεύμονα ή υποδιαφραγματική περιοχή.

- Αγγειακή κίνηση. Ενώ είναι συχνά εύκολο να διακριθούν αρτηρίες, φλέβες και χοληφόρους κύστες από τις ανατομικές τους θέσεις εντός της κοιλιάς, αυτή η διάκριση δεν είναι πάντα δυνατή από τη θέση μόνο. Η εσωτερική κίνηση είναι ένα χρήσιμο συμπλήρωμα.
- Κίνηση εντέρου-περισταλτισμός. Αυτή η κίνηση είναι σημαντικό για τη διάκριση των βρόγχων του εντέρου με υγρό από τους εξωαυλικούς παθολογικές συλλογές όπως αποστήματα.
- Εμβρυϊκή κίνηση. Η παρουσία μιας τέτοιας κίνησης είναι θετική απόδειξη ότι το έμβρυο είναι ζωντανός. Ο αρχαιότερος τύπος εμβρυϊκής ανιχνεύσιμης κίνησης είναι η ενδοκαρδιακή κίνηση η οποία μπορεί να φανεί ήδη από την όγδοη εβδομάδα της ζωής. Αργότερα στην κύηση, μπορεί επίσης να αναγνωριστεί και η κίνηση του σώματος (Skolnick, 1981).

γ) Ποιότητα εικόνας

Δεδομένου ότι ο εξοπλισμός αυτόματα παράγει κάθε νέα εικόνα με τον ίδιο τρόπο η ποιότητα της εικόνας είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από την ικανότητα του χειριστή. (Skolnick, 1981).

δ) Γρήγορη σάρωση

Μεγάλες περιοχές μπορούν να εξεταστούν ταχέως για να αποδειχθεί κανονικότητα ή για να εντοπιστούν περιοχές παθολογίας. Ο χρόνος που απαιτείται για μια εξέταση μπορεί να μειωθεί σημαντικά χρησιμοποιώντας το όργανο σε πραγματικό χρόνο για πρώτη γενική σάρωση στην περιοχή ενδιαφέροντος. (Skolnick, 1981).

ε) Απεικόνιση Δυσπρόσιτων Περιοχών

Ορισμένες περιοχές της κοιλιάς είναι δύσκολες για εξέταση με σαρωτή επαφής λόγω των περιορισμών κίνησης του σαρωτή βραχίονα, αδυναμία του ασθενούς για αλλαγή θέσης ή συνδυασμός και των δύο. (Skolnick, 1981).

στ) Όρθια σάρωση

Σάρωση ασθενών σε όρθια θέση, τόσο στο εγκάρσιο όσο και στο οβελιαίο επίπεδο. Η σάρωση είναι εξαιρετικά χρήσιμη, ειδικά για απεικόνιση του παγκρέατος όταν αυτό επισκιάζεται από το

γεμάτο με αέριο στομάχι ή κόλον σε ύπτια θέση. Σε όρθια θέση το έντερο μπορεί να μετατοπιστεί ουραία από το ήπαρ καθώς κατεβαίνει πάνω από το πάγκρεας. Ομοίως, το συκώτι και τα νεφρά που είναι εν μέρει κρυμμένα από το υπερκείμενες νευρώσεις στην ύπτια θέση μπορεί κατεβείτε κάτω από το θώρακα σε όρθια θέση(Skolnick, 1981).

ζ) Παράλληλη απεικόνιση

Η παράλληλη απεικόνιση περιλαμβάνει την προσθήκη πολλαπλών πηνίων που περιβάλλουν τον στόχο με κάθε πηνίο να αποκτά ένα κλάσμα της συνολικής εικόνας. Επειδή οι σύγχρονες GPU έχουν δυνατότητες παράλληλης επεξεργασίας, μπορούν να ανακατασκευάσουν κάθε τμήμα της εικόνας ταυτόχρονα. Επομένως, όσο περισσότερα πηνία χρησιμοποιούνται, τόσο πιο γρήγορη είναι η λήψη της εικόνας . Τα πηνία παράλληλης απεικόνισης είναι διαθέσιμα για απεικόνιση κορμού και καρδιάς, αλλά δεν είναι ακόμη τυποποιημένα για άλλα μέρη του σώματος. Οι δυναμικές ρυθμίσεις πηνίου για απεικόνιση ομιλίας και μυοσκελετικής απεικόνισης είναι βασικοί τομείς για την τρέχουσα έρευνα (Crop et al.,2021).

η) Ακτινοβολία

Δεν εκθέτει τον ασθενή σε ακτινοβολία (Zeng & Schmidt, 2020).

θ) Λειτουργικές πληροφορίες

Με τη λήψη εικόνων σε πραγματικό χρόνο της λειτουργίας και της κίνησης των οργάνων, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να παρέχει πληροφορίες για το πώς συνεργάζονται τα διαφορετικά συστήματα του σώματος, προσφέροντας καλύτερη κατανόηση των φυσιολογικών και παθολογικών διεργασιών (Skolnick, 1981).

ι) Βελτιωμένα διαγνωστικά

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια των διαγνώσεων επιτρέποντας στους κλινικούς ιατρούς να δουν ανωμαλίες και λειτουργικά ζητήματα που μπορεί να μην είναι εμφανή μόνο στις στατικές εικόνες. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πιο ακριβείς και έγκαιρες διαγνώσεις. (Skolnick,1981).

ια) Σχεδιασμός θεραπείας

Στην κλινική πρακτική, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να βοηθήσει στον σχεδιασμό της θεραπείας παρέχοντας καθοδήγηση σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια

διαδικασιών, χειρουργικών επεμβάσεων ή παρεμβάσεων. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια και την ασφάλεια των ιατρικών διαδικασιών (Ramanarayanan et al.,2018).

ιβ) Ερευνητικές εφαρμογές

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιείται ευρέως στην έρευνα για τη μελέτη διαφόρων πτυχών της ανθρώπινης φυσιολογίας και ανατομίας (Ramanarayanan et al.,2018).

ιγ) Νατουραλιστικές Σπουδές

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει τη μελέτη νατουραλιστικών δραστηριοτήτων και συμπεριφορών, η οποία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε πεδία όπως η έρευνα λόγου και γλώσσας, όπου η κατανόηση των δυναμικών κινήσεων της φωνητικής οδού είναι απαραίτητη (Russo, 2021)

ιδ) Παιδιατρική και Γηριατρική Απεικόνιση

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο είναι ιδιαίτερα πολύτιμη στην απεικόνιση παιδιατρικών και γηριατρικών πληθυσμών, όπου οι παραδοσιακές τεχνικές απεικόνισης μπορεί να είναι προκλητικές λόγω της κίνησης του ασθενούς ή των περιορισμών στη συνεργασία (Cheng et al. 2015).

ιε) Ανατροφοδότηση και παρακολούθηση

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να παρέχει άμεση ανατροφοδότηση κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων, επιτρέποντας στους γιατρούς να προσαρμόσουν την προσέγγισή τους σε πραγματικό χρόνο. Επιτρέπει επίσης τη συνεχή παρακολούθηση των αλλαγών κατά τη διάρκεια των διαδικασιών (Schwindack et al.,2005)

Διδασκαλία και εκπαίδευση: Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να είναι ένα ισχυρό εργαλείο για ιατρική εκπαίδευση και κατάρτιση, καθώς προσφέρει μια σαφέστερη απεικόνιση σύνθετων ανατομικών και λειτουργικών διαδικασιών (Lukovic et al.,2020)

Αναδυόμενες κλινικές εφαρμογές: Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο συνεχίζει να προχωρά και νέες κλινικές εφαρμογές διερευνώνται. Για παράδειγμα, διερευνάται για χρήση σε νευρολογικές μελέτες, αξιολόγηση διαταραχών κατάποσης και καθοδηγητικές θεραπείες για καταστάσεις όπως η νόσος του Πάρκινσον (Wang et al.,2018)

Συνολικά, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο προσφέρει πολύτιμες γνώσεις που μπορούν να βελτιώσουν τη φροντίδα των ασθενών, να προωθήσουν την ιατρική έρευνα και να βελτιώσουν την κατανόησή φυσιολογικών διεργασιών (Skolnick,1981).

2.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ REAL TIME MRI

Ενώ η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, έχει επίσης ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη: (Skolnick, 1981).

α) Ποιότητα εικόνας

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο συχνά μειώνει την ποιότητα της εικόνας σε σύγκριση με τις παραδοσιακές στατικές σαρώσεις μαγνητικής τομογραφίας (Uecker et al., 2008).

β) Δημιουργία artifacts

Σε μια εικόνα αποτέλεσμα μαγνητικής τομογραφίας πραγματικού χρόνου μπορούμε να συναντήσουμε artifacts, λόγω της κίνησης τόσο του ασθενούς όσο και των εσωτερικών δομών. Αυτά τα artifacts μπορούν να παραμορφώσουν τις εικόνες και να επηρεάσουν την ακρίβεια των διαγνωστικών πληροφοριών (Lingala et al., 2016).

γ) Ταχύτητα και αποτελεσματικότητα

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο απαιτεί εξειδικευμένο υλικό και λογισμικό για τη λήψη, επεξεργασία και εμφάνιση εικόνων σε πραγματικό χρόνο. Αυτό μπορεί να περιορίσει την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας απεικόνισης, παρατείνοντας πιθανώς τους χρόνους σάρωσης ή αυξάνοντας την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης (Skolnick, 1981).

δ) Πολυπλοκότητα και κόστος

Η εφαρμογή συστημάτων μαγνητικής τομογραφίας σε πραγματικό χρόνο μπορεί να είναι περίπλοκη και δαπανηρή. Η απόκτηση και η συντήρηση του εξειδικευμένου εξοπλισμού και του λογισμικού που απαιτούνται για απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο μπορεί να είναι δαπανηρή (Shprintzen et al., 2009), (Raol et al., 2015)

ε) Έκθεση σε ακτινοβολία

Ενώ η μαγνητική τομογραφία γενικά θεωρείται ασφαλής και δεν χρησιμοποιεί ιοντίζουσα ακτινοβολία, εξακολουθεί να υπάρχει έκθεση σε ισχυρά μαγνητικά πεδία, τα οποία μπορεί να είναι επιβλαβή ειδικά σε ορισμένους πληθυσμούς όπως έγκυες (Groen et al.,2012).

στ) Κλινική ενσωμάτωση

Η χρήση της μαγνητικής τομογραφίας σε πραγματικό χρόνο στην καθημερινή κλινική πρακτική μπορεί να είναι δύσκολη λόγω παραγόντων όπως οι προσαρμογές της ροής εργασίας, οι απαιτήσεις εκπαίδευσης και η ανάγκη για εξειδικευμένη τεχνογνωσία καθώς και το γεγονός πως οι κλινικοί έχουν συνηθίσει στις υπάρχουσες μεθόδους απεικόνισης (Rai et al., 2017).

ιστ) Ειδικές εφαρμογές

Ενώ η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο έχει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, μπορεί να μην είναι κατάλληλη για όλους τους τύπους αναγκών απεικόνισης. Ορισμένες ανατομικές δομές ή συνθήκες μπορεί να είναι καλύτερα κατάλληλες για παραδοσιακή στατική μαγνητική τομογραφία ή άλλες μεθόδους απεικόνισης (Uecker et al.,2010)

2.4 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ REAL TIME MRI

Μερικές από τις βασικές χρήσεις της μαγνητικής τομογραφίας σε πραγματικό χρόνο περιλαμβάνουν:

α) Καρδιακή απεικόνιση

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιείται για την απεικόνιση της καρδιάς που χτυπά σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας πληροφορίες για την καρδιακή λειτουργία, την κίνηση των τοιχωμάτων και τη ροή του αίματος (Zhang et al.,2010) .Μπορεί να είναι πολύτιμο για την αξιολόγηση της καρδιακής λειτουργίας και την ανίχνευση ανωμαλιών όπως αρρυθμίες, διαταραχές των βαλβίδων και συγγενείς καρδιακές ανωμαλίες. Η πιο σημαντική εφαρμογή που χρησιμοποιεί τις νέες δυνατότητες είναι η καρδιαγγειακή απεικόνιση. Η προηγούμενη καρδιακή μαγνητική τομογραφία (CMR) χρησιμοποιούσε κινηματογραφικές τεχνικές για να καταγράψει την περιοδική κίνηση της καρδιάς. Ωστόσο, αυτό δεν είναι εφικτό για ασθενείς με αρρυθμία, όπου ο καρδιακός κύκλος είναι απρόβλεπτος (Laubrock et al.,2022).

β) Μελέτες αρθρώσεων και μυοσκελετικών

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιείται για τη μελέτη της κίνησης των αρθρώσεων και της μυοσκελετικής δυναμικής. Μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση της σταθερότητας της άρθρωσης, στον εντοπισμό τραυματισμών συνδέσμων ή τενόντων και να παρέχει πληροφορίες κατά τη διάρκεια διαφόρων κινήσεων. (d' Entremont et al.,2013), (Quick et al., 2002)

γ) Αξιολόγηση Δυσφαγίας

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιείται για τη μελέτη της διαδικασίας κατάποσης σε ασθενείς με δυσφαγία. Επιτρέπει την απεικόνιση της κίνησης της γλώσσας, της μαλακής υπερώας, του φάρυγγα και άλλων δομών που εμπλέκονται στην κατάποση, βοηθώντας στη διάγνωση και τη θεραπεία των διαταραχών της κατάποσης. Ακόμα, χρησιμοποιείται για την τον έλεγχο του επίμονου ή επαναλαμβανόμενου ανεπαρκούς κλεισίματος της γλωττίδας σε ασθενείς μετά από χειρουργική αντιμετώπιση της βελοφαρυγγικής ανεπάρκειας (Olthoff et al.,2016).

δ) Έρευνα λόγου και γλώσσας

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιείται για τη μελέτη της παραγωγής και της άρθρωσης ομιλίας (Lingala et al., 2016). Παρέχει λεπτομερείς εικόνες της φωνητικής οδού και της κίνησης των αρθρώσεων (όπως η γλώσσα και τα χείλη) κατά τη διάρκεια της ομιλίας, οι οποίες μπορούν να συμβάλουν στην κατανόηση των διαταραχών του λόγου και της γλωσσικής επεξεργασίας (Ramanarayanan et al., 2018).

ε) Λειτουργική απεικόνιση εγκεφάλου

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να καταγράψει αλλαγές στη ροή του αίματος και την οξυγόνωση στον εγκέφαλο, επιτρέποντας τη μελέτη της λειτουργίας του εγκεφάλου σε πραγματικό χρόνο. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο για εργασίες όπως η χαρτογράφηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων γνωστικών εργασιών ή η παρακολούθηση των αποκρίσεων σε αισθητηριακά ερεθίσματα (Tharin & Golby, 2007).

στ) Παρακολούθηση παρεμβάσεων και διαδικασιών

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να καθοδηγήσει ιατρικές διαδικασίες και παρεμβάσεις σε πραγματικό χρόνο. Προσφέρει οπτική ανατροφοδότηση στους γιατρούς κατά τη διάρκεια διαδικασιών όπως βιοψίες, τοποθετήσεις καθετήρων και ελάχιστα επεμβατικές χειρουργικές επεμβάσεις. Η RT-MRI για επεμβατική καθοδήγηση έχει αποδειχτεί πολύτιμη για διαδικασίες που απαιτούν πολλαπλές μορφές σκιαγραφικού μαλακού ιστού, καθώς και πληροφορίες ροής (π.χ. καθετηριασμός δεξιάς καρδιάς). Εφαρμογές στην επεμβατική μαγνητική τομογραφία, η οποία αναφέρεται στην παρακολούθηση ελάχιστα επεμβατικών χειρουργικών επεμβάσεων, είναι δυνατές με αλληλεπιδραστική αλλαγή παραμέτρων όπως η θέση και ο προσανατολισμός της εικόνας. Αυτή η εφαρμογή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν απαιτείται τρισδιάστατη εικόνα του ιστού κατά τη διάρκεια της επέμβασης. Απαιτεί μια οθόνη στο δωμάτιο για χρήση από τον ιατρό κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, καθώς και τη χρήση χειρουργικών εργαλείων που είναι ασφαλή για MRI. Αυτά περιλαμβάνουν κεραμικό, πλαστικό ή τιτάνιο, το οποίο είναι παραμαγνητικό μέταλλο. Με τη χρήση bSSFP και παράλληλης απεικόνισης με πολλαπλά πηνία, έχουν επιτευχθεί ρυθμοί καρέ 5-10 καρέ ανά δευτερόλεπτο, επιτρέποντας την απεικόνιση των καρδιακών επεμβάσεων (Nayak et al., 2022).

ζ) Γαστρεντερικές μελέτες

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιείται για τη μελέτη της κίνησης και της λειτουργίας του γαστρεντερικού σωλήνα, συμπεριλαμβανομένου του στομάχου και των εντέρων. Μπορεί να παρέχει πληροφορίες για διαταραχές κινητικότητας, γαστρική κένωση και λειτουργία του εντέρου (Schwizer et al., (2006), (Ajaj et al.,2004)

η) Αναπνευστικές μελέτες

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να καταγράψει την κίνηση των πνευμόνων και του θωρακικού τοιχώματος κατά την αναπνοή. Μπορεί να είναι χρήσιμο για τη μελέτη της αναπνευστικής μηχανικής, της πνευμονικής λειτουργίας και την ανίχνευση ανωμαλιών στους αεραγωγούς. Η χρήση του μας επιτρέπει να μελετήσουμε τη λειτουργία του ανώτερου αεραγωγού (Traser et al.,2017)

θ) Ανάλυση της κίνησης

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιείται στην έρευνα για την ανάλυση της κίνησης διαφόρων μερών του σώματος κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων όπως το περπάτημα ή το τρέξιμο. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση των προτύπων ανθρώπινης κίνησης και στη βελτιστοποίηση των τεχνικών αποκατάστασης (Nayak et al.2022), (Draper et al., 2008)

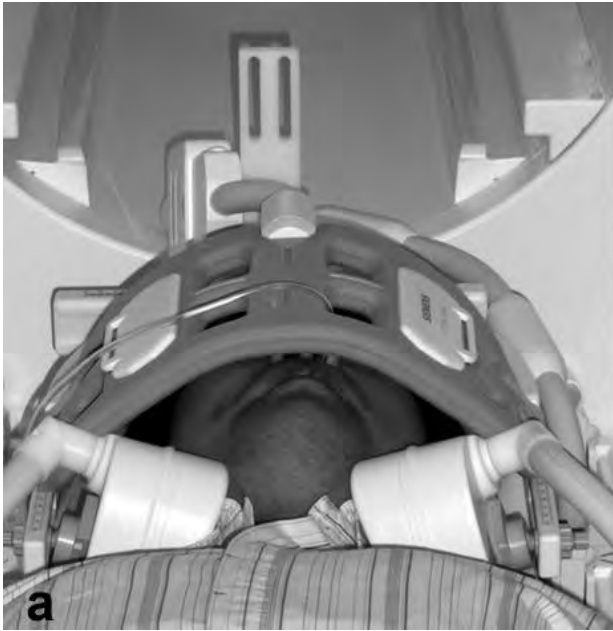
ι) Αναπτυξιακές Μελέτες

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιείται για τη μελέτη της εμβρυϊκής ανάπτυξης στη μήτρα, παρέχοντας πληροφορίες για την ανάπτυξη και την κίνηση των αναπτυσσόμενων οργάνων και δομών (Liu et al., 2018).

ια) Εργαλεία έρευνας και εκπαίδευσης

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την επιστημονική έρευνα και την ιατρική εκπαίδευση, που επιτρέπει σε ερευνητές και φοιτητές να παρατηρούν δυναμικές φυσιολογικές διεργασίες και ανατομικές κινήσεις (Lucovic et al.,2022)

2.5 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ REAL TIME MRI ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ



Εικόνα 4 : ο ασθενής κατά τη διάρκεια της εξέτασης της κατάποσης με τη χρήση real time MRI (Zhang et al., 2012)

Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο της φυσιολογικής κατάποσης παρέχει λεπτομερείς απεικονίσεις ολόκληρης της διαδικασίας της κατάποσης, από τη στοματική φάση (όταν λαμβάνεται τροφή ή υγρό στο στόμα) έως τη φάση του φάρυγγα (όταν ενεργοποιείται το αντανακλαστικό της κατάποσης) και τέλος στη φάση του οισοφάγου (όταν το υλικό που καταπίνεται ταξιδεύει στο στομάχι). Πιο αναλυτικά, έχουν γίνει αρκετές μελέτες σχετικά με την χρήση του real time MRI για την παρακολούθηση της φυσιολογικής κατάποσης (Olthoff et al., 2014), (Zhang et al., 2012), (Sutton et al., 2009).

Μέσω αυτών παρατηρήθηκε ότι με την τεχνική αυτή μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής συμβάντα (Olthoff et al., 2016):

Στοματική φάση: Κατά τη διάρκεια της στοματικής φάσης της κατάποσης, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να δείξει τη συντονισμένη κίνηση της γλώσσας, των χειλιών και της γνάθου καθώς χειρίζονται και τοποθετούν την τροφή ή το υγρό στο στόμα. Μπορεί να

συλλάβει το σχηματισμό ενός βλωμού (μιας συνεκτικής μάζας τροφής ή υγρού) και την ώθησή του προς το πίσω μέρος του στόματος για την προετοιμασία για κατάποση.

Φαρυγγική Φάση: Καθώς ο βλωμός φτάνει στο πίσω μέρος του στόματος, ενεργοποιείται το αντανάκλαστικό της κατάποσης. Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να δείξει την ανύψωση της μαλακής υπερώας, το κλείσιμο του ρινοφάρυγγα για την πρόληψη της ρινικής παλινδρόμησης και την ώθηση του βλωμού στον οισοφάγο.

Επιγλωττιδική Κίνηση: Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να απεικονίσει την κίνηση της επιγλωττίδας, που εμποδίζει την είσοδο τροφής και υγρού στον αεραγωγό (τραχεία) κατά την κατάποση. Η επιγλωττίδα καλύπτει την τραχεία για να προστατεύσει τον αεραγωγό και κατευθύνει τον βλωμό στον οισοφάγο.

Άνοιγμα άνω οισοφαγικού σφιγκτήρα (UES): Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να δείξει τη χαλάρωση και το άνοιγμα του άνω οισοφαγικού σφιγκτήρα, επιτρέποντας στον βλωμό να εισέλθει στον οισοφάγο. Στη συνέχεια, το UES κλείνει για να αποτρέψει την είσοδο αέρα στον οισοφάγο και το στομάχι.

Περισταλτική κίνηση οισοφάγου: Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να καταγράψει τη συντονισμένη σύσπαση των μυών κατά μήκος του οισοφάγου που ωθούν τον βλωμό προς τα κάτω με μια κίνηση που μοιάζει με κύμα (περισταλτισμός) προς το στομάχι.

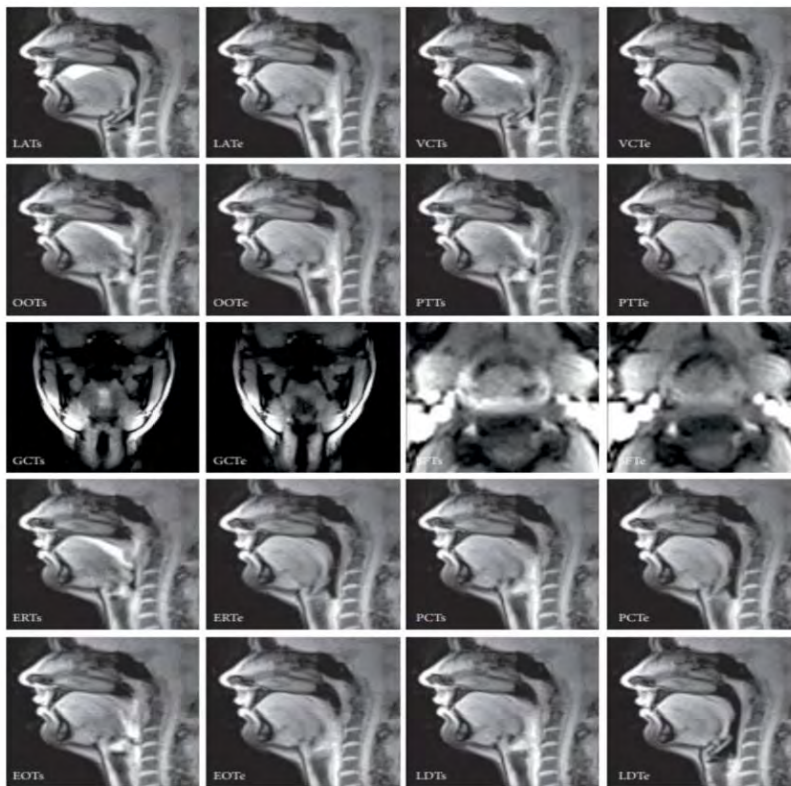
Χαλάρωση του κατώτερου οισοφαγικού σφιγκτήρα (LES): Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να δείξει τη χαλάρωση του κατώτερου οισοφαγικού σφιγκτήρα, επιτρέποντας στον βλωμό να εισέλθει στο στομάχι.

Διέλευση βλωμού στο στομάχι: Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να απεικονίσει τη διέλευση του βλωμού από τον οισοφάγο στο στομάχι, ολοκληρώνοντας τη διαδικασία κατάποσης.

Παρέχοντας απεικονίσεις σε πραγματικό χρόνο αυτών των φάσεων και κινήσεων, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο της φυσιολογικής κατάποσης επιτρέπει σε ερευνητές και επαγγελματίες υγείας να κατανοήσουν καλύτερα τη μηχανική και τον συντονισμό ενός τυπικού συμβάντος κατάποσης. Αυτή η γνώση χρησιμεύει ως πολύτιμη βάση για σύγκριση κατά την

αξιολόγηση ατόμων με διαταραχές κατάποσης (δυσφαγία) ή άλλες σχετικές παθήσεις (Nayak et al.,2022), (Skolnick et al.,1981), (Zeng & Schmidt 2020).

Άρα η μαγνητική τομογραφία προσφέρει μια απλή και λεπτομερή πρόσβαση στην φυσιολογική κατάποση (Zhang et al., 2010), (Zhang et al., 2012),(Niebergall et al., 2013.) (Zhang et al.,2011) και η τεχνική που χρησιμοποιείται επιτυγχάνει χρονική ανάλυση συγκρίσιμη με αυτή της βιντεοφθοροσκόπησης ή της ενδοσκόπησης, με μια πιο λεπτομερή απεικόνιση της συμπεριφοράς των ιστών καθώς και της μεταφοράς του βλωμού.Αυτή η νέα τεχνική προσφέρει μια νέα μέθοδο για την αξιολόγηση των διαταραχών της κατάποσης.(Olthoff et al.,2014)



Εικόνα 5 : τα στάδια της φυσιολογικής κατάποσης όπως καταγράφονται με τη χρήση του real time MRI (Olthoff et al., 2014)

2.6 ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΗΣ ΔΥΣΦΑΓΙΑΣ ΜΕ ΤΟ REAL TIME

MRI

Ακολουθεί μια γενική επισκόπηση του πώς λειτουργεί η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο για την αξιολόγηση της δυσφαγίας:

Προετοιμασία ασθενούς: Πριν από τη διεξαγωγή μαγνητικής τομογραφίας σε πραγματικό χρόνο, ο πάροχος υγειονομικής περίθαλψης θα συγκεντρώσει ένα λεπτομερές ιατρικό ιστορικό, συμπεριλαμβανομένων των συμπτωμάτων του ασθενούς, των προηγούμενων ιατρικών καταστάσεων και τυχόν γνωστών παραγόντων κινδύνου για δυσφαγία. Η κλινική αξιολόγηση μπορεί να περιλαμβάνει φυσικές εξετάσεις και συνεντεύξεις για την κατανόηση της φύσης και της σοβαρότητας του προβλήματος της κατάποσης. Η προετοιμασία για τη μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να περιλαμβάνει την εξήγηση της διαδικασίας στον ασθενή, τη λήψη ενημερωμένης συναίνεσης και τη διασφάλιση ότι ο ασθενής είναι κατάλληλα τοποθετημένος και άνετος. Θα πρέπει να σημειώνονται τυχόν αντενδείξεις ή αλλεργίες σε σκιαγραφικά (Olthoff et al.,2014).

Ο ασθενής τοποθετείται μέσα στο μηχάνημα μαγνητικής τομογραφίας, το οποίο χρησιμοποιεί ισχυρό μαγνητικό πεδίο και παλμούς ραδιοσυχνότητας για τη δημιουργία εικόνων των εσωτερικών δομών. Ανάλογα με τη συγκεκριμένη αξιολόγηση που εκτελείται, ο ασθενής μπορεί να χρειαστεί να καταπιεί ένα σκιαγραφικό (όπως ένα διάλυμα βαρίου) πριν από τη διαδικασία. Αυτό το σκιαγραφικό βοηθά στην ανάδειξη της κίνησης της τροφής και του υγρού κατά την κατάποση. Σε δοκιμασίες αξιολόγησης της κατάποσης χρησιμοποιώντας το real time MRI έχει επίσης δοκιμαστεί η πόση βλωμού 5 mL χυμού ανανά, παχύρρευστου με μαγιά(ή πηκτική ουσία) ως από του στόματος σκιαγραφικό λόγω της φυσικής του περιεκτικότητας σε παραμαγνητικό μαγγάνιο, το οποίο οδηγεί σε φωτεινό σήμα σε στάθμιση T1. Ο βαθμός ιξώδους προσαρμόζεται σε ίσο επίπεδο με τα υγρά σκιαγραφικά που χρησιμοποιούνται για FEES και VF. Ο χυμός δίνεται στον ασθενή από τον ΩΡΛ γιατρό και του ζητείται να καταπιεί σε έναν ήρεμο και φυσιολογικό τρόπο. (Olthoff et al.,2014) . Η σάρωση θα επικεντρωθεί στην περιοχή ενδιαφέροντος, συνήθως στον λαιμό και τον άνω οισοφάγο. Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει τη συνεχή λήψη εικόνων καθώς ο ασθενής καταπίνει διάφορες ουσίες (π.χ. υγρό βάριο, τροφή). Αυτό παρέχει δυναμική απεικόνιση της διαδικασίας κατάποσης.

Λήψη εικόνας: Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο περιλαμβάνει τη λήψη μιας σειράς εικόνων γρήγορα, επιτρέποντας την απεικόνιση ολόκληρης της διαδικασίας κατάποσης σε πραγματικό χρόνο. Η ακολουθία απεικόνισης έχει σχεδιαστεί για να εστιάζει στην ανατομία του λαιμού (φάρυγγα) και στην κίνηση των δομών που εμπλέκονται στην κατάποση, συμπεριλαμβανομένης της γλώσσας, της μαλακής υπερώας, της επιγλωττίδας και του άνω οισοφάγου (Barkhausen et al., 2002)

Οπτικοποίηση σε πραγματικό χρόνο: Καθώς ο ασθενής καταπίνει, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο καταγράφει μια ακολουθία εικόνων ή ένα βίντεο. Αυτή η δυναμική απεικόνιση επιτρέπει στους επαγγελματίες υγείας να παρατηρούν την κίνηση των διαφόρων δομών που εμπλέκονται στη διαδικασία της κατάποσης. Παρέχει πληροφορίες για το χρονοδιάγραμμα, το συντονισμό και τη λειτουργία αυτών των δομών καθώς συνεργάζονται για τη μεταφορά τροφής και υγρών από το στόμα στο στομάχι (Buettner et al., 2001)

Ανάλυση και Ερμηνεία: Τα δεδομένα της μαγνητικής τομογραφίας σε πραγματικό χρόνο μπορούν να αναλυθούν και να ερμηνευθούν από επαγγελματίες του ιατρικού τομέα, όπως ακτινολόγους, παθολόγους λόγου ή ειδικούς στην κατάποση. Μπορούν να αξιολογήσουν την ποιότητα της κατάποσης, να εντοπίσουν τυχόν ανωμαλίες ή δυσλειτουργία στη διαδικασία της κατάποσης και να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τη διάγνωση και τη θεραπεία. (Olthoff et al., 2016).

Κλινική εφαρμογή: Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο για την αξιολόγηση της δυσφαγίας μπορεί να βοηθήσει στη διάγνωση διαφόρων διαταραχών κατάποσης, όπως εισρόφηση (είσοδος τροφής ή υγρού στον αεραγωγό), ανεπαρκές κλείσιμο του αεραγωγού κατά την κατάποση ή άλλες λειτουργικές ανωμαλίες. Μπορεί επίσης να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τον προγραμματισμό της θεραπείας, όπως να προτείνει τροποποιήσεις στη διατροφή του ασθενούς ή να προτείνει ασκήσεις αποκατάστασης για τη βελτίωση της λειτουργίας κατάποσης (Buettner et al., 2001).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο για την αξιολόγηση της δυσφαγίας είναι μια εξειδικευμένη εφαρμογή που απαιτεί τόσο κατάλληλα πρωτόκολλα απεικόνισης όσο και έμπειρους επαγγελματίες υγείας για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Zhang et al., 2012).

2.7 ΣΥΓΚΡΙΣΗ REAL TIME MRI ΜΕ VF ΚΑΙ FEES

α) Συγκρίσεις σχετικές με την κατάποση



Εικόνα 6: Απεικόνιση της κατάποσης με FEES, VF και RT MRI (Olthoff et al.,2016)

Τα διαγνωστικά εργαλεία για την αξιολόγηση της δυσφαγίας δεν έχουν αναπτυχθεί πλήρως και παρά τη σημαντική έκθεση στην ακτινοβολία, η βιντεοφθοροσκόπηση (VF) παρέμεινε το χρυσό πρότυπο στη διάγνωση της κατάποσης για σχεδόν 2 δεκαετίες (Logemann et al.,1998) Η προσθήκη εύκαμπης ενδοσκόπησης της κατάποσης (FEES) δεν μπορούσε να αντικαταστήσει την VF. Και οι δύο χρησιμοποιούνται για περιγραφικές αναλύσεις και η κλίμακα διείσδυσης-αναρρόφησης Rosenbek χρησιμοποιείται κυρίως για την ταξινόμηση του βαθμού δυσφαγίας (Langmore 2003).

Μια αξιόπιστη μέθοδος που μπορεί να επαναλαμβάνεται χωρίς έκθεση σε ακτίνες X και να προσφέρει τη δυνατότητα οπτικοποίησης του μαλακού ιστού είναι επιθυμητή στην καθημερινή ρουτίνα καθώς και στις κλινικές μελέτες. Προηγούμενες μελέτες σε υγιή άτομα έδειξαν ότι μια νέα μέθοδος μαγνητικής τομογραφίας σε πραγματικό χρόνο (RT-MRI) ήταν κατάλληλη για την εμφάνιση της πορείας της κατάποσης. Έγιναν μελέτες σύγκρισης και των 3 δοκιμασιών αξιολόγησης της κατάποσης, με τις εξής παρατηρήσεις: (Olthoff et al.,2016)

Οι σχετικές παράμετροι της κατάποσης που αξιολογήθηκαν περιλάμβαναν έλεγχο και μεταφορά βλωμού, φαρυγγική σύγκλειση, λαρυγγική διείσδυση, εισρρόφηση και κατακράτηση βλωμού στην φαρυγγική οδό. Το τελευταίο πιστεύεται ότι είναι ο πιο ευαίσθητος δείκτης λειτουργικών

ελλειμμάτων στην κατάποση και αναγνωρίστηκε αξιόπιστα και από τις 3 μεθόδους (FEES, VF, RT-MRI). Τόσο η real time MRI όσο και η VF απεικόνισαν την στοματογναθική λειτουργία σε όλα τα στάδια της κατάποσης (Audag et al., (2019).

Ακόμα, παρατηρήθηκε ότι η κρικοφαρυγγική προώθηση στην περιοχή του ανώτερου οισοφαγικού σφικτήρα αναγνωρίστηκε κατά τη διάρκεια της κατάποσης με VF και RT MRI, αλλά όχι με FEES .

Οι ασθενείς ένιωσαν άνετα με την κατάποση σε ύπτια θέση και μάλιστα το προτίμησαν σε σύγκριση με την καθιστή θέση κατά τη διάρκεια της VF. Επιπλέον, η εξέταση με RT MRI διήρκησε κατά μέσο όρο 15 λεπτά, χωρίς έτσι να κουράζει τους συμμετέχοντες. Είναι σημαντικό πως δεν υπήρξαν δυσκολίες στην ολοκλήρωση της εξέτασης σε πραγματικό χρόνο, ενώ αντίθετα στο FEES κάποιοι ασθενείς δεν μπόρεσαν να αξιολογηθούν συναντώντας δυσκολία στην είσοδο του ενδοσκοπίου από την ρινική κοιλότητα (Olthoff et al.,2016)

Αξίζει να σημειωθεί πως η ψηφιακή απεικόνιση ήταν πιο εύκολη στο real time MRI, και η νέα μέθοδος RT- MRI υπερισχύει καθώς προσφέρει εικονογράφιση και των μαλακών ιστών.

Επιπρόσθετα, μόνο η RT-MRI παρέχει τη βάση για μια ποσοτική αξιολόγηση λειτουργικών αλλά και δομικών ευρημάτων κατά την κατάποση. Το πλεονέκτημα των ποσοτικών δεδομένων στη δυσφαγία θα είναι, π.χ., μια διαχρονική αξιολόγηση των θεραπευτικών παρεμβάσεων (Kumar et al., 2013).

Συμπεραίνουμε λοιπόν, πως η RT-MRI δεν είναι κατώτερη σε σύγκριση με τις τυπικές αξιολογήσεις VF και FEES (Kumar et al.,2013), (Olthoff et al.,2016), (Arendt et al.,2021).

β)Σύγκριση Real Time MRI με FEES

Σκοπός και εφαρμογές:

RT MRI: Χρησιμοποιείται κυρίως για δυναμική απεικόνιση διαφόρων εσωτερικών δομών του σώματος, επιτρέποντας την παρατήρηση φυσιολογικών διεργασιών σε πραγματικό χρόνο όπως η καρδιακή κίνηση, η κίνηση των αρθρώσεων, η παραγωγή ομιλίας, η κατάποση και άλλα (Olthoff et al., 2016)

FEES: Είναι μια διαδικασία που επικεντρώνεται ειδικά στην αξιολόγηση και τη διάγνωση των διαταραχών της κατάποσης (δυσφαγία). Περιλαμβάνει τη διέλευση ενός εύκαμπτου ενδοσκοπίου μέσω των ρινικών οδών για την οπτικοποίηση της διαδικασίας κατάποσης και την αξιολόγηση της ανατομίας και της λειτουργίας του ανώτερου αναπνευστικού σωλήνα (Curtis et al.,2021).

Τεχνική απεικόνισης:

RT MRI: Χρησιμοποιεί ισχυρό μαγνητικό πεδίο και παλμούς ραδιοσυχνοτήτων για τη δημιουργία λεπτομερών εικόνων των εσωτερικών δομών του σώματος. Μπορεί να παρέχει δυναμικές απεικονίσεις σε πραγματικό χρόνο κινούμενων δομών και διαδικασιών (Skolnick, 1981).

FEES: Χρησιμοποιεί ένα εύκαμπτο ενδοσκόπιο οπτικών ινών εξοπλισμένο με κάμερα για να απεικονίσει άμεσα την ανατομία και τη λειτουργία του λαιμού και του οισοφάγου κατά την κατάποση (Curtis et al.,2021)

Ποιότητα εικόνας:

RT MRI: Αν και είναι δυνατή η απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, η ποιότητα της εικόνας μπορεί να είναι μειωμένη σε σύγκριση με την παραδοσιακή στατική μαγνητική τομογραφία λόγω της ανάγκης για γρήγορη λήψη εικόνας (Skolnick, 1981).

FEES: Παρέχει άμεση απεικόνιση της διαδικασίας κατάποσης με εικόνες σε πραγματικό χρόνο. Η ποιότητα της εικόνας είναι γενικά καλή, επιτρέποντας τη λεπτομερή αξιολόγηση της λειτουργίας κατάποσης (Curtis et al.,2021)

Κλινική χρήση:

RT MRI: Χρησιμοποιείται ευρέως για ερευνητικούς σκοπούς για τη μελέτη διαφόρων φυσιολογικών διεργασιών και δυναμικών κινήσεων. Έχει επίσης κλινικές εφαρμογές στην αξιολόγηση καταστάσεων όπως οι διαταραχές των αρθρώσεων, η καρδιακή λειτουργία και άλλα (Skolnick,1981)

FEES: Χρησιμοποιείται κυρίως σε κλινικά περιβάλλοντα για την αξιολόγηση και τη διάγνωση διαταραχών κατάποσης, τον προσδιορισμό της αιτίας της δυσφαγίας και τον καθοδηγητικό σχεδιασμό θεραπείας για άτομα με δυσκολία στην κατάποση (Curtis et al.,2021)

Θέματα ασφάλειας και ασθενούς:

RT MRI: Γενικά θεωρείται ασφαλής, αλλά υπάρχουν σκέψεις σχετικά με την έκθεση σε ισχυρά μαγνητικά πεδία και την ανάγκη συνεργασίας των ασθενών για την ελαχιστοποίηση των artifacts (Groen et al.,2012).

FEES: Μια σχετικά ασφαλής διαδικασία με ελάχιστους κινδύνους, αλλά περιλαμβάνει τη διέλευση ενός εύκαμπτου ενδοσκοπίου μέσω των ρινικών οδών, κάτι που μπορεί να είναι άβολο για ορισμένους ασθενείς (Giraldo-Cadavid et al.,2017).

Κόστος και προσβασιμότητα:

RT MRI: Απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό και λογισμικό μαγνητικής τομογραφίας, που μπορεί να είναι δαπανηρή η απόκτηση και η συντήρηση. Η πρόσβαση σε μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να είναι περιορισμένη σε ορισμένες ρυθμίσεις υγειονομικής περίθαλψη (Skolnick,1981).

FEES: Απαιτεί εξειδικευμένο ενδοσκοπικό εξοπλισμό και εκπαίδευση, η οποία μπορεί να είναι πιο προσιτή σε κλινικά περιβάλλοντα που εστιάζουν στις διαταραχές της κατάποσης (Giraldo-Cadavid et al.,2017).

Συνοπτικά, ενώ τόσο η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο όσο και το FEES περιλαμβάνουν απεικόνιση και οπτικοποίηση φυσιολογικών διεργασιών, εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς και χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά κλινικά πλαίσια. Η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο παρέχει δυναμική απεικόνιση διαφόρων εσωτερικών δομών και διεργασιών, ενώ το FEES έχει σχεδιαστεί ειδικά για την αξιολόγηση της λειτουργίας κατάποσης και τη διάγνωση διαταραχών κατάποσης. Κάθε τεχνική έχει τα δικά της πλεονεκτήματα, περιορισμούς και εφαρμογές στον τομέα της ιατρικής απεικόνισης και διάγνωσης.

γ) Σύγκριση RT MRI με VF

Σκοπός και εφαρμογές:

RT MRI: Χρησιμοποιείται κυρίως για δυναμική απεικόνιση εσωτερικών δομών, επιτρέποντας την απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο φυσιολογικών διεργασιών όπως η καρδιακή κίνηση, η κίνηση των αρθρώσεων, η παραγωγή ομιλίας, η κατάποση και άλλα. Είναι πολύτιμο για έρευνα και κλινικές εφαρμογές (Olthoff et al.,2016)

VF: Χρησιμοποιείται ειδικά για τη μελέτη της διαδικασίας κατάποσης (deglutition). Περιλαμβάνει απεικόνιση της κίνησης των τροφίμων και των υγρών κατά την κατάποση, βοηθώντας στη διάγνωση διαταραχών κατάποσης (δυσφαγία) και καθοδηγώντας τη θεραπεία (Gates,2006)

Τεχνική απεικόνισης:

RT MRI: Χρησιμοποιεί ισχυρό μαγνητικό πεδίο και παλμούς ραδιοσυχνοτήτων για τη δημιουργία λεπτομερών εικόνων των εσωτερικών δομών του σώματος σε πραγματικό χρόνο. Προσφέρει δυναμικές απεικονίσεις κινούμενων δομών και διαδικασιών (Skolnick,1981)

VF: Περιλαμβάνει τη χρήση τεχνολογίας ακτίνων X για τη λήψη εικόνων σε πραγματικό χρόνο της διαδικασίας κατάποσης. Ο ασθενής καταπίνει ένα σκιαγραφικό υλικό (όπως το βάριο) που φαίνεται αδιαφανές στην ακτινογραφία, επιτρέποντας την παρατήρηση της κίνησης της τροφής και των υγρών (Gates,2006).

Ποιότητα εικόνας:

RT MRI: Αν και είναι δυνατή η απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, η ποιότητα της εικόνας μπορεί να διακυβευτεί σε σύγκριση με την παραδοσιακή στατική μαγνητική τομογραφία λόγω της ανάγκης για γρήγορη λήψη εικόνας (Skolnick,1981).

VF: Παρέχει άμεση απεικόνιση της διαδικασίας κατάποσης σε πραγματικό χρόνο. Η ποιότητα της εικόνας είναι γενικά καλή, επιτρέποντας τη λεπτομερή αξιολόγηση της λειτουργίας κατάποσης και τον εντοπισμό (Gates,2006).

Κλινική χρήση:

RT MRI: Χρησιμοποιείται ευρέως για ερευνητικούς σκοπούς για τη μελέτη διαφόρων φυσιολογικών διεργασιών και δυναμικών κινήσεων. Έχει επίσης κλινικές εφαρμογές στην αξιολόγηση καταστάσεων όπως οι διαταραχές των αρθρώσεων, η καρδιακή λειτουργία και άλλα (Skolnick,1981).

VF: Χρησιμοποιείται κυρίως για την αξιολόγηση και τη διάγνωση των διαταραχών της κατάποσης, τον εντοπισμό της αιτίας της δυσφαγίας και τον καθοδηγητικό σχεδιασμό θεραπείας για άτομα με δυσκολία στην κατάποση (Gates,2006).

Έκθεση σε ακτινοβολία:

RT MRI: Δεν χρησιμοποιεί ιονίζουσα ακτινοβολία, καθιστώντας την ασφαλέστερη επιλογή απεικόνισης όσον αφορά την έκθεση στην ακτινοβολία (Skolnick,1981)

VF: Περιλαμβάνει έκθεση σε ακτίνες X, οι οποίες ενέχουν μικρό κίνδυνο έκθεσης σε ακτινοβολία. Ωστόσο, τα οφέλη της διαδικασίας συχνά υπερτερούν των πιθανών κινδύνων, ειδικά κατά την αξιολόγηση των διαταραχών κατάποσης (Gates,2006)

Θέματα ασφάλειας και ασθενούς:

RT MRI: Γενικά θεωρείται ασφαλής, με εκτιμήσεις σχετικά με την έκθεση σε ισχυρά μαγνητικά πεδία και την ανάγκη συνεργασίας των ασθενών για την ελαχιστοποίηση των τεχνουργημάτων κίνησης (Groen et al.,2012)

VF: Ασφαλές όταν εκτελείται από εκπαιδευμένους επαγγελματίες. Η χρήση σκιαγραφικών παραγόντων και ακτίνων X απαιτεί προσεκτική εξέταση, ειδικά για ευάλωτους πληθυσμούς (Gates,2006).

Κόστος και προσβασιμότητα:

RT MRI: Απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό και λογισμικό μαγνητικής τομογραφίας, που μπορεί να είναι δαπανηρή η απόκτηση και η συντήρηση. Η πρόσβαση σε μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να είναι περιορισμένη σε ορισμένες ρυθμίσεις υγειονομικής περίθαλψης (Skolnick,1981)

VF: Πιο ευρέως διαθέσιμο σε κλινικά περιβάλλοντα που προσφέρουν ακτινοσκόπηση. Ο εξοπλισμός και η εκπαίδευση που απαιτείται είναι γενικά πιο προσιτοί σε σύγκριση με την μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο (Gates,2006).

Συνοπτικά, η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο και η VF είναι διακριτές τεχνικές απεικόνισης με συγκεκριμένες εφαρμογές. Ενώ η μαγνητική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο παρέχει δυναμική απεικόνιση διαφόρων εσωτερικών δομών και διεργασιών, η VF επικεντρώνεται στη μελέτη της διαδικασίας κατάποσης και στη διάγνωση διαταραχών κατάποσης. Και οι δύο τεχνικές έχουν τα δικά τους πλεονεκτήματα, περιορισμούς και κλινικές χρήσεις στον τομέα της ιατρικής απεικόνισης και της διάγνωσης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως αποδείχτηκε από τις ήδη υπάρχουσες έρευνες, το real time MRI είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, που παρά τους περιορισμούς που το συνοδεύουν, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση της διαδικασίας της κατάποσης. Αναμένεται ότι στο μέλλον θα αποτελέσει ένα χρήσιμο διαγνωστικό εργαλείο για την αξιολόγηση της δυσφαγίας σε διάφορες καταστάσεις. Σχεδιάζονται μελέτες με RT-MRI για τον προσδιορισμό των αιτιών και των βαθμών δυσφαγίας σε νευρολογικές και μη νευρολογικές διαταραχές που εμποδίζουν την κατάποση (Olthoff et al.2016).

Ακόμα, η επιλογή της μεθόδου αξιολόγησης που θα χρησιμοποιήσουμε εξαρτάται από τους συγκεκριμένους στόχους της αξιολόγησης και τα κλινικά ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ένας συνδυασμός μεθόδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτευχθεί μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της λειτουργίας της κατάποσης. Είναι σημαντικό για τους επαγγελματίες υγείας να λαμβάνουν υπόψη την κατάσταση του ασθενούς, το ιατρικό ιστορικό και τις συγκεκριμένες ανάγκες του κατά τον καθορισμό της καταλληλότερης προσέγγισης για την αξιολόγηση της δυσφαγίας. Η διαβούλευση με μια διεπιστημονική ομάδα που περιλαμβάνει ακτινολόγους, λογοπαθολόγους και άλλους ειδικούς μπορεί να βοηθήσει στην καθοδήγηση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ajaj, W., Goehde, S. C., Papanikolaou, N., Holtmann, G., Ruehm, S. G., Debatin, J. F., & Lauenstein, T. C. (2004). Real time high resolution magnetic resonance imaging for the assessment of gastric motility disorders. *Gut*, 53(9), 1256-1261.**
- Arendt, C. T., Eichler, K., Mack, M. G., Leithner, D., Zhang, S., Block, K. T., ... & Hoelter, M. C. (2021). Comparison of contrast-enhanced videofluoroscopy to unenhanced dynamic MRI in minor patients following surgical correction of velopharyngeal dysfunction. *European radiology*, 31, 76-84.**
- Arvedson, J. C. (1998). Pediatric videofluoroscopic swallow studies. A Professional Manual with Caregiver Guidelines**
- Audag, N., Goubau, C., Toussaint, M., & Reyckler, G. (2019). Screening and evaluation tools of dysphagia in adults with neuromuscular diseases: a systematic review. *Therapeutic advances in chronic disease*, 10, 2040622318821622.**
- Barkhausen, M. Goyen, F. von Winterfeld, T. Lauenstein, and J. F. Debatin, "Visualization of swallowing using real-time trueFISP MR fluoroscopy," *European Radiology*, vol. 12, no. 1, pp. 129–133, 2002**
- Bergamaschi, R., Crivelli, P., Rezzani, C., Patti, F., Solaro, C., Rossi, P., ... & Tavazzi, E. (2008). The DYMUS questionnaire for the assessment of dysphagia in multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences*, 269(1-2), 49-53.**
- Buettner, A., Beer, A., Hannig, C., & Settles, M. (2001). Observation of the swallowing process by application of videofluoroscopy and real-time magnetic resonance imaging—consequences for retronasal aroma stimulation. *Chemical Senses*, 26(9), 1211-1219.**
- Cheng, J. Y., Zhang, T., Ruangwattanapaisarn, N., Alley, M. T., Uecker, M., Pauly, J. M., & Vasanawala, S. S. (2015). Free-breathing pediatric MRI with nonrigid motion correction and acceleration. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 42(2), 407-420.**

Crop, F., Mouttet-Audouard, R., Mirabel, X., Ceugnart, L., & Lacornerie, T. (2021). Unexpected external markers artifact in 3D k-space based parallel imaging turbo spin-echo magnetic resonance imaging. *Physica Medica*, 90, 150-157.

Cunningham, E. T., Donner, M. W., Jones, B., & Point, S. M. (1991). Anatomical and physiological overview. In *Normal and abnormal swallowing*. Springer, New York, NY.

Curtis, J. A., Borders, J. C., Perry, S. E., Dakin, A. E., Seikaly, Z. N., & Troche, M. S. (2021). Visual analysis of swallowing efficiency and safety (VASES): a standardized approach to rating pharyngeal residue, penetration, and aspiration during FEES. *Dysphagia*, 1-19.

d'Entremont AG, Nordmeyer-Massner JA, Bos C, Wilson DR, Pruessmann KP. Do dynamic-based MR knee kinematics methods produce the same results as static methods? *Magn Reson Med* 2013;69 (6):1634-1644.

Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchell, A. W. (2005). *Gray's Ανατομία (1, 2). 2η Έκδοση. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Σκανδαλάκης, Π. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις ΠΧ Πασχαλίδης ΑΕ.*

Draper, C. E., Santos, J. M., Kourtis, L. C., Besier, T. F., Fredericson, M., Beaupre, G. S., ... & Delp, S. L. (2008). Feasibility of using real-time MRI to measure joint kinematics in 1.5 T and open-bore 0.5 T systems. *Journal of Magnetic Resonance Imaging: An Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine*, 28(1), 158-166.

Dziewas, R., auf dem Brinke, M., Birkmann, U., Bräuer, G., Busch, K., Cerra, F., ... & Warnecke, T. (2019). Safety and clinical impact of FEES—results of the FEES-registry. *Neurological Research and Practice*, 1, 1-8

Ewertsen, C., Săftoiu, A., Gruionu, L. G., Karstrup, S., & Nielsen, M. B. (2013). Real-time image fusion involving diagnostic ultrasound. *American Journal of Roentgenology*, 200(3), W249-W255.

Flowers, C. R., & Morris, H. L. (1973). Oral-pharyngeal movements during swallowing and speech. *The Cleft Palate Journal*, 10(2), 181-191.

- Frahm J, Voit D, Uecker M (2019) Real-time magnetic resonance imaging: radial gradient-echo sequences with nonlinear inverse reconstruction. *Invest Radiol* 54:757–766
- Gates, J., Hartnell, G. G., & Gramigna, G. D. (2006). Videofluoroscopy and swallowing studies for neurologic disease: a primer. *Radiographics*, 26(1), e22-e22.
- Giraldo-Cadavid, L. F., Leal-Leaño, L. R., Leon-Basantes, G. A., Bastidas, A. R., Garcia, R., Ovalle, S., & Abondano-Garavito, J. E. (2017). Accuracy of endoscopic and videofluoroscopic evaluations of swallowing for oropharyngeal dysphagia. *The Laryngoscope*, 127(9), 2002-2010.
- Groen, R. S., Bae, J. Y., & Lim, K. J. (2012). Fear of the unknown: ionizing radiation exposure during pregnancy. *American journal of obstetrics and gynecology*, 206(6), 456-462.
- Groher M., Crary M. (2015). «Δυσφαγία. Κλινική αντιμετώπιση σε ενήλικες και παιδιά». Μετάφραση: Παπαθανασίου Η., Παναγιωτόπουλου Β. – Εκδόσεις: ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ
- Groher, M. E., & Crary, M. A. (2013). Δυσφαγία Κλινική Αντιμετώπιση σε Ενήλικες και Παιδιά.
- Kumar, K. V., Shankar, V., & Santosham, R. (2013). Assessment of swallowing and its disorders—a dynamic MRI study. *European journal of radiology*, 82(2), 215-219.
- Langmore SE. Evaluation of oropharyngeal dysphagia: which diagnostic tool is superior? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;11:485–489.
- Laubrock, K., von Loesch, T., Steinmetz, M., Lotz, J., Frahm, J., Uecker, M., & Unterberg-Buchwald, C. (2022). Imaging of arrhythmia: Real-time cardiac magnetic resonance imaging in atrial fibrillation. *European Journal of Radiology Open*, 9, 100404.
- Lingala, S. G., Sutton, B. P., Miquel, M. E., & Nayak, K. S. (2016). Recommendations for real-time speech MRI. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 43(1), 28-44.
- Liu, D., Yang, M., & Wu, Q. (2018). Application of ultrasonography in the diagnosis and treatment of cesarean scar pregnancy. *Clinica chimica acta*, 486, 291-297.

- Logemann JA, Larsen K. Oropharyngeal dysphagia: pathophysiology and diagnosis for the anniversary issue of Diseases of the Esophagus. *Dis Esophagus*;25:299-304.)
- Logemann JA, Rademaker AW, Pauloski BR, Ohmae Y, Kahrilas PJ. Normal swallowing physiology as viewed by videofluoroscopy and videoendoscopy. *Folia Phoniatr Logop* 1998;50:311–319
- Lukovic, J., Henke, L., Gani, C., Kim, T. K., Stanescu, T., Hosni, A., ... & Dawson, L. A. (2020). MRI-based upper abdominal organs-at-risk atlas for radiation oncology. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*, 106(4), 743-753.
- M Uecker, S Zhang, D Voit, A Karaus, KD Merboldt, **J Frahm** (2010a) Real-time MRI at a resolution of 20 ms. *NMR Biomed* 23: 986-994
- Mansfield P. Real-time echo-planar imaging by NMR. *Br. Med. Bull.* 40, 187–190 (1984).
- McFarland, D. H. (2011). Εικονογραφημένο Εγχειρίδιο Ανατομίας Λόγου, Κατάποσης & Ακοής. Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Moore, K., Dalley, A., & Agur, A. (2012). Κλινική Ανατομία., 3η Έκδοση. Ιατρικές Εκδόσεις ΠΧ Πασχαλίδης., Αθήνα.
- Murry, T., & Carrau, R. L. (2014). Η κλινική διαχείριση των Διαταραχών Κατάποσης–Δυσφαγία σε Παιδιά και Ενήλικες, μετάφραση–επιμέλεια: Βιρβιδάκη Ε. *Μεσσήνης Α. & Ταφιάδης Δ., 3η έκδοση, Αθήνα: Gotsis.*
- Nayak, K. S., Lim, Y., Campbell-Washburn, A. E., & Steeden, J. (2022). Real-time magnetic resonance imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 55(1), 81-99.
- Niebergall, S. Zhang, E. Kunay et al., “Real-time MRI of speaking at a resolution of 33 ms: undersampled radial FLASH with nonlinear inverse reconstruction,” *Magnetic Resonance in Medicine*, vol. 69, no. 2, pp. 477–485, 2013.
- Olszewski, J. (2006). Causes, diagnosis and treatment of neurogenic dysphagia as an interdisciplinary clinical problem. *Otolaryngologia polska= The Polish otolaryngology*, 60(4), 491-500
- Olthoff A, Zhang S, Schweizer R, Frahm J. On the physiology of normal swallowing as revealed by magnetic resonance imaging in real time. *Gastroenterol Res Pract* 2014;2014:493174.

- Olthoff, A., Carstens, P. O., Zhang, S., von Fintel, E., Friede, T., Lotz, J., ... & Schmidt, J. (2016). Evaluation of dysphagia by novel real-time MRI. *Neurology*, 87(20), 2132-2138.
- Ordidge RJ, Mansfield P, Doyle M, Coupland RE. Real time movie images by NMR. *Br. J. Radiol.* 55, 729–733 (1985).
- Quick HH, Ladd ME, Hoevel M, et al. Real-time MRI of joint movement with trueFISP. *J Magn Reson Imaging* 2002;15(6):710-715.
- Rai, R., Kumar, S., Batumalai, V., Elwadia, D., Ohanessian, L., Juresic, E., ... & Liney, G. P. (2017). The integration of MRI in radiation therapy: collaboration of radiographers and radiation therapists. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 64(1), 61-68.
- Ramanarayanan, V., Tilsen, S., Proctor, M., Töger, J., Goldstein, L., Nayak, K. S., & Narayanan, S. (2018). Analysis of speech production real-time MRI. *Computer Speech & Language*, 52, 1-22.
- Raol N, Sagar P, Nimkin K, Hartnick CJ. New technology: use of cine MRI for velopharyngeal insufficiency. *Surg Pediatr Velopharyngeal Insufficiency* 2015;76:27–32.
- Rofes, L., Arreola, V., Almirall, J., Cabré, M., Campins, L., García-Peris, P., ... & Clavé, P. (2010). Diagnosis and management of oropharyngeal dysphagia and its nutritional and respiratory complications in the elderly. *Gastroenterology research and practice*, 2011.
- Rogers, T., Ratnayaka, K., Karmarkar, P., Campbell-Washburn, A. E., Schenke, W. H., Mazal, J. R., ... & Lederman, R. J. (2016). Real-time magnetic resonance imaging guidance improves the diagnostic yield of endomyocardial biopsy. *JACC: Basic to Translational Science*, 1(5), 376-383.
- Rugiu, M. G. (2007). Role of videofluoroscopy in evaluation of neurologic dysphagia. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 27(6), 306.
- Russo, A. G. (2021). Distributional factors in language processing: evidence from parametric and naturalistic functional MRI.

- S. Zhang, A. Olthoff, and J. Frahm, "Real-time magnetic resonance imaging of normal swallowing," *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, vol. 35, no. 6, pp. 1372–1379, 2012
- S. Zhang, M. Uecker, D. Voit, K.-D. Merboldt, and J. Frahm, "Real-time cardiovascular magnetic resonance at high temporal 10 Gastroenterology Research and Practice resolution: radial FLASH with nonlinear inverse reconstruction," *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, vol. 12, no. 1, article 39, 2010.
- S. Zhang, N. Gersdorff, and J. Frahm, "Real-time magnetic resonance imaging of temporomandibular joint dynamics," *The Open Medical Imaging Journal*, vol. 5, pp. 1–9, 2011.
- Schwindack, C., Siminotto, E., Meyer, M., McNamara, A., Marshall, I., Wardlaw, J. M., & Whittle, I. R. (2005). Real-time functional magnetic resonance imaging (rt-fMRI) in patients with brain tumours: preliminary findings using motor and language paradigms. *British Journal of Neurosurgery*, 19(1), 25-32.
- Schwizer, W., Steingoetter, A., & Fox, M. (2006). Magnetic resonance imaging for the assessment of gastrointestinal function. *Scandinavian journal of gastroenterology*, 41(11), 1245-1260.
- Shprintzen RJ, Marrinan E. Velopharyngeal insufficiency: diagnosis and management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;17: 302–307. 21.
- Skolnick, M. L., & Skolnick, M. L. (1981). Advantages of Real-time Imaging. *Real-time Ultrasound Imaging in the Abdomen*, 1-11.
- Smith, R., Bryant, L., & Hemsley, B. (2022). Dysphagia and quality of life, participation, and inclusion experiences and outcomes for adults and children with dysphagia: A scoping review. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 7(1), 181-196.
- Smith, R., Bryant, L., & Hemsley, B. (2023). The true cost of dysphagia on quality of life: The views of adults with swallowing disability. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 58(2), 451-466.

- Suntrup, S., Teismann, I., Bejer, J., Suttrup, I., Winkels, M., Mehler, D., ... & Warnecke, T. (2013). Evidence for adaptive cortical changes in swallowing in Parkinson's disease. *Brain*, 136(3), 726-738.
- Sutton BP, Conway C, Bae Y, Brinegar C, Liang Z-P, Kuehn DP. Dynamic imaging of speech and swallowing with MRI. In Engineering in Medicine and Biology Society, 2009. EMBC 2009. Annual International Conference of the IEEE 2009;6651–6654
- Tharin, S., & Golby, A. (2007). Functional brain mapping and its applications to neurosurgery. *Operative Neurosurgery*, 60(4), 185-202.
- Traser, L., Özen, A. C., Burk, F., Burdumy, M., Bock, M., Richter, B., & Echternach, M. (2017). Respiratory dynamics in phonation and breathing—A real-time MRI study. *Respiratory physiology & neurobiology*, 236, 69-77.
- Uecker M, Hohage T, Block KT, Frahm J. Image reconstruction by regularized nonlinear inversion – Joint estimation of coil sensitivities and image content. *Magn. Reson. Med.* 60(3), 674–682 (2008)
- Uecker, M., Zhang, S., Voit, D., Merboldt, K. D., & Frahm, J. (2012). Real-time MRI: recent advances using radial FLASH. *Imaging in Medicine*, 4(4), 461
- Wang, M., Li, L., Zhang, X., Liu, Y., Zhu, R., Liu, L., ... & Gao, D. (2018). Magnetic resveratrol liposomes as a new theranostic platform for magnetic resonance imaging guided Parkinson's disease targeting therapy. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6(12), 17124-17133.
- Wolfgang Bigenzahn, Doris- Maria Denk (2007). «Στοματοφαρυγγικές Δυσφαγίες: Αιτιολογία, Κλινική Εικόνα και Θεραπεία Διαταραχών Κατάποσης». Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης
- World Health Organization. (2001). The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>
- Zeng, R., & Schmidt, J. (2020). Impact and management of dysphagia in inflammatory myopathies. *Current rheumatology reports*, 22, 1-11.

Zhang S, Gersdorff S, Frahm J. Real-time magnetic resonance imaging of temporomandibular joint dynamics. *Open Med. Imaging J.* 5, 1–9 (2011).

Zhang S, Uecker M, Voit D, Merboldt KD, Frahm J. Real-time cardiovascular magnetic resonance at high temporal resolution: radial FLASH with nonlinear inverse reconstruction. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 12, 39 (2010).

Zhang, S., Olthoff, A., & Frahm, J. (2012). Real-time magnetic resonance imaging of normal swallowing. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 35(6), 1372-1379

Αντωνίου Θ. Σκευά, Ιωάννινα 2002 : Επιτομή Ωτορινολαρυγγολογία)

Δυσφαγία και Διαταραχές Αυχενικής Μοίρας Σπονδυλικής Στήλης σε Ασθενείς με Νευρολογικά Ελλείμματα Εγκεφαλικής Αιτιολογίας-Διδακτορική Διατριβή, Παπαδοπούλου Σουλτάνα, 2014

Ζιάβρα, Ν., & Σκευάς, Α. (2009). «Ωτορινολαρυγγολογία, Στοιχεία ανατομίας-φυσιολογίας και παθολογίας» Εκδόσεις: **UNIVERSITY STUDIO PRESS**

Καμπανάρου, Μ. (2007) «Διαγνωστικά θέματα λογοθεραπείας» - Εκδόσεις: ΕΛΛΗΝ

Μεσσήνης Α., Αντωνιάδης Γ. (2010). «Διαταραχές κατάποσης – Δυσφαγία. Νευρολογικά στοιχεία και χειρισμός» - Εκδόσεις: ΕΛΛΗΝ