

Evaluatie correcte positie maagsonde door middel van echografie

Aantal woorden: 16077

Frédéric Claerhoudt

Studentennummer: 01705713

Emma Coene

Studentennummer: 01710964

Promotor: Prof. dr. Kirsten Colpaert

Masterproef voorgelegd in kader tot het behalen van de graad master of medicine in de Geneeskunde

Academiejaar: 2020 - 2022

Voorwoord

Deze masterthesis werd geschreven met als doel het behalen van de graad 'Master of Medicine in de Geneeskunde'. Het uitwerken van deze thesis was voor ons een leerrijke ervaring en liet ons een eerste kennismaking toe met de klinische praktijk. Het was een uitdaging om met echografie te leren werken en initiatief te nemen in een nieuwe en onbekende klinische omgeving.

Eerst en vooral willen we onze promotor Prof. Dr. Kirsten Colpaert bedanken voor de begeleiding gedurende ons traject. Ze gaf ons steeds voldoende ruimte om vragen te stellen en heeft ons altijd geduldig begeleid. Daarnaast willen we het voltallige personeel van de diensten Intensieve Zorg, Post Anesthesie Zorg Afdeling en het Brandwondencentrum van het UZ Gent bedanken. In het bijzonder willen we Daniëlla en Ariëlla bedanken voor de logistieke ondersteuning.

Daarnaast willen we ook onze familie, vrienden en kotgenoten bedanken voor de steun de afgelopen jaren en in het bijzonder Liza Coene voor het gedetailleerd nalezen van onze thesis.

Als laatste willen we ook zeker elkaar bedanken voor de aangename samenwerking en steunende vriendschap.

Frédéric Claerhoudt

Emma Coene

1 November 2021

Inhoudstafel

Lijst van afkortingen	1
Abstract	2
1. Inleiding	3
1.1 Wat is een kritiek zieke patiënt?	3
1.2 Nutritionele ondersteuning	3
1.2.1 Enterale voeding	4
1.2.2 Parenterale voeding	5
1.3 Soorten enterale tubes	6
1.4 Plaatsing van een nasogastrische tube	7
1.4.1 Blinde plaatsing	7
1.4.2 Plaatsing met visualisatie	8
1.5 Complicaties bij nasogastrische tubes	9
1.5.1 Algemene complicaties	9
1.5.2 Complicaties door verkeerde plaatsing	9
1.6 Controle van de plaatsing	10
1.6.1 Röntgenonderzoek	11
1.6.2 Echografie	11
1.6.3 De pH van aspiraats	13
1.6.4 Capnografie	14
1.6.5 Het zien van bubbels	15
1.6.6 Auscultatie tijdens het inblazen van lucht	15
1.6.7 Elektromagnetische tracking	16
1.7 Kostprijs	16
2. Methodologie	17
2.1 Literatuurstudie	17
2.2 Experimenteel onderzoek	17
2.2.1 Patiënten	17
2.2.2 Echo protocol	18
2.2.3 Statistische verwerking	19
3. Resultaten	20
3.1 Klinische en demografische gegevens	20
3.2 Echografie van de maag	20
3.3 Echografie van de hals	21
3.4 Duplex techniek	21
3.5 Vergelijking echografie van de maag en duplex techniek	22

3.6	BMI	24
4.	Discussie en conclusie	25
4.1	Samenvatting van de resultaten	25
4.2	Echografie van de hals	26
4.3	Echografie ten opzichte van andere methodes	26
4.4	Discussie van het protocol	26
4.5	Technische uitdagingen en bevindingen tijdens het onderzoek	27
4.6	Beperkingen van het onderzoek	27
4.7	Aanbevelingen	28
5.	Bibliografie	29
6.	Bijlage 1 - echo protocol met foto's	I
7.	Bijlage 2 - Informed consent formulier	V

Lijst van afkortingen

BMI= Body Mass Index

EM= Elektromagnetisch

ESPEN= European Society for Clinical Nutrition and Metabolism

GER= Gastro-oesofagale reflux

IRIS= Integrated realtime imaging system

IZ= Afdeling Intensieve Zorg

NGT= Naso-gastrische tube

NHS= National Health Service

NPSA= National Patient Safety Agency

NPW= Negatief predictieve waarde

PPW= Positief predictieve waarde

Abstract

Doel van de studie: Enterale voeding via een nasogastrische tube is op de afdeling Intensieve Zorg de eerste keuze in de nutritionele ondersteuning van de kritiek zieke patiënt. De gouden standaard voor de controle van de positie van deze tube is een RX-thorax. De nadelen van RX-thorax zijn hogere kostprijs dan echografie, stralingsbelasting en vertraging in de toediening van enterale voeding. Het doel van deze studie is te onderzoeken of de juiste plaatsing ook met een echografie bevestigd kan worden.

Methode: Dit is een experimentele studie uitgevoerd op de diensten Intensieve Zorg, het Brandwondencentrum en de Post Anesthesie Zorg Afdeling in het UZ Gent. In totaal werden 43 patiënten met een nasogastrische tube geïnccludeerd. De tube werd bij hen opgespoord door middel van een echo van het abdomen en de hals en een duplex van het abdomen terwijl een lucht-watermengsel werd geïnjecteerd. Daarnaast werd bij alle patiënten een RX-thorax genomen.

Resultaten: De sensitiviteit en specificiteit van echo van het abdomen waren respectievelijk 83.3% en 100%; van de echo van de hals waren beide 100%. Bij de duplex van het abdomen waren ze 81.8% en 100%. Er werd met een McNemar test aangetoond dat echografie minder bruikbaar is bij patiënten met overgewicht ($BMI \geq 25$) ($p = 0.03$).

Discussie en conclusie: Echografie is een sensitief en specifiek onderzoek om de correcte positie van de nasogastrische tube te bevestigen bij kritiek zieke patiënten. Het is een praktisch alternatief voor RX-thorax. De duplex van de maag dient ook positief te zijn om met voldoende zekerheid de juiste positie te bevestigen. Er werd een praktisch protocol opgesteld voor de echografische evaluatie van de correcte positie van een maagsonde.

1. Inleiding

1.1 Wat is een kritiek zieke patiënt?

Op een afdeling Intensieve Zorg (IZ) liggen zowel patiënten met acute orgaandysfunctie als patiënten in de peri-interventieperiode van een majeure ingreep. Intensieve zorg wordt geleverd door een multidisciplinair team van dokters, verplegend personeel, diëtisten, kinesisten en psychologen. (1) Kritiek zieke patiënten hebben een hoge mortaliteit, deze wordt geschat op 8-22%. (1, 2) De belangrijkste risicofactoren voor mortaliteit op IZ zijn nosocomiale infectie, oudere leeftijd, mechanische ventilatie, enterale voeding, tracheostomie en het gebruik van steroïden of chemotherapie. (3) In november 2020 had België 1992 erkende bedden op IZ. (4)

De dagelijkse praktijk van IZ-zorgverleners bestaat voornamelijk uit drie verwante activiteiten. Ten eerste verzorgt het multidisciplinair team acuut zieke patiënten met een snel verslechterende, maar potentieel omkeerbare toestand van een orgaanstoornis met risico op overlijden. Dit houdt ook in dat men diagnoses stelt en indien nodig reanimeert. Ten tweede moeten ze complicaties van behandelingen, ter ondersteuning van falende organen, voorkomen, herkennen en behandelen. Ten slotte nemen ze beslissingen over levensondersteunende behandelingen bij patiënten waarbij een onmiddellijke dood is vermeden, maar bij wie de kans op een minimale levenskwaliteit klein is. (1)

1.2 Nutritionele ondersteuning

Nutritionele ondersteuning wordt toegediend aan patiënten die door een fysieke of mentale aandoening niet in staat zijn aan de volledige nutritionele nood te voldoen via orale voeding. (5, 6) Enterale voeding is de eerste keuze behandeling om ondervoeding te voorkomen en te corrigeren op IZ. (5, 7) Enterale voeding wordt verkozen boven parenterale voeding omdat dit gepaard gaat met minder kosten en een trofisch effect uitoefent op de gastro-intestinale tractus. Er zou evenwel geen verschil bestaan in mortaliteit tussen enterale en parenterale voeding. (7-10)

Bij kritiek zieke patiënten kan malnutritie leiden tot een verminderde functie van het afweersysteem, een slechtere wondgenezing, een grotere noodzaak tot kunstmatige beademing en verzwakte ademhalingspijpen. Dit leidt tot een verhoogde morbiditeit en mortaliteit. (11, 12) Patiënten op IZ hebben ook een verhoogde metabole nood door de psychische en lichamelijke stress, gerelateerd aan hun toestand. Dit kan het ontwikkelen van malnutritie versnellen. (10, 13) Daarnaast kan langdurige inactiviteit en bedlegerigheid een negatieve stikstofbalans induceren, wat opnieuw de nood aan nutritionele ondersteuning kan verhogen. (10)

1.2.1 Enterale voeding

Enterale voeding is voeding die direct in de maag of dunne darm wordt toegediend (cfr. 1.3). Dit kan de volledige voeding zijn of voeding ter aanvulling van orale of parenterale voeding.

(6) Enterale voeding is aangewezen bij patiënten die een functionerende gastro-intestinale tractus hebben, aangezien volledige werking hiervan noodzakelijk is voor de tolerantie ervan. (6, 14, 15)

Het verteringsstelsel speelt een belangrijke rol in de overleving van kritiek zieke patiënten, aangezien het zorgt voor een barrièrefunctie, metabole regulatie en immuuncompetentie. (15) Enterale voeding bewaart de integriteit van de gastro-intestinale tractus en de darmbarrière, die de migratie van endogene bacteriën voorkomt. (8, 11, 14) Daarnaast kunnen lokaal toegediende nutriënten de perfusie en andere functies van de darmen optimaliseren. (15) Een vroege toediening van enterale voeding verbetert het klinisch resultaat en vermindert de kans op infecties. (16)

Het gebruik van enterale voedingssondes op IZ is een routine geworden bij verschillende indicaties zoals slikstoornissen, kunstmatige beademing, ernstige pancreatitis... (6, 17) De sonde kan gebruikt worden om voeding toe te dienen, voor maagdecompressie en voor de toediening van medicatie. (17) Contra-indicaties voor enterale voeding zijn onder andere darmobstructie, abdominaal compartimentsyndroom en mesenteriale ischemie. (13) Enterale voeding kan toegediend worden langs verschillende wegen: nasogastrische tube (NGT), nasojejunale tube, gastrostomie, jejunostomie en gastrojejunostomie (cfr. 1.3). (6, 18)

De European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) raadt aan dat iedereen, waarvan er niet verwacht wordt dat ze binnen drie dagen volledige orale voeding zullen kunnen eten, zo snel mogelijk enterale voeding moet krijgen. Er wordt 20-30 kilocalorieën per kilogram lichaamsgewicht per dag aanbevolen. Daarnaast wordt gestreefd naar een eiwitname van anderhalve gram per kilogram per dag. Indien er contra-indicaties zijn, wordt parenterale voeding aanbevolen. (19)

Enterale voeding kan constant, cyclisch of intermitterend worden toegediend. Verschillende toedieningsschema's kunnen ook gecombineerd worden. Bolusvoeding in de maag leunt het best aan bij de fysiologisch normale situatie en is dan ook de aan te raden methode bij stabiele patiënten. (6, 20) Intermittente en bolusvoeding zouden voor kritiek zieke patiënten extra voordelen kunnen hebben aangezien deze methodes de aanmaak van spiereiwitten en de secretie van gastro-intestinale hormonen bevorderen. In de praktijk wordt aan kritiek zieke patiënten op constante wijze voeding gegeven om het risico op aspiratie te verminderen. Deze methode wordt slechts door een beperkt aantal studies ondersteund. (20) Hoewel de meest

zieke patiënten de meeste voordelen halen uit vergaande nutritionele ondersteuning, hebben zij ook het meest kans op intolerantie en complicaties. (21)

Tolerantie van enterale voeding is de beste parameter om de functionaliteit van de darm na te gaan. (15) Vertraagde darmmotiliteit en intolerantie voor enterale voeding kunnen opgespoord worden door het aspireren van verhoogde hoeveelheden maagresidu. (16) Er is daarnaast een correlatie tussen de tolerantie en de patient outcome: verhoogde tolerantie betekent een betere outcome. (15, 16) De tolerantie kan verbeterd worden door specifieke protocollen en verbeterde formules voor enterale voeding, probiotica en prokinetische geneesmiddelen zoals erythromycine en metoclopramide. (15, 19) Er zijn echter bezorgdheden over de veiligheid van probiotica, die leiden tot voorzichtigheid in het gebruik in de klinische praktijk. (22) Zo heeft een studie bij patiënten met acute pancreatitis aangetoond dat het gebruik van probiotica leidt tot een verhoogde mortaliteit. (23)

1.2.1.1 *Complicaties van enterale voeding*

Er zijn verschillende soorten complicaties mogelijk. De meest voorkomende complicatie is diarree, wat voorkomt bij 60-95% van de patiënten die enterale voeding krijgen. (6, 24-26). Edes et al. stellen daarentegen dat, bij enteraal gevoede patiënten, 61% van de gevallen van diarree door medicatie veroorzaakt wordt. (27) Ook kunnen hoge osmolariteit van de voeding, snelle bolussen of heel lage serumalbumine levels aan de basis liggen van diarree. (26) Daarnaast kunnen braken, gastroparese, verstoorde darmtransit, verminderde doorbloeding van de darmmucosa en gastro-oesofagale reflux (GER) voorkomen. (6, 15) GER is een belangrijke risicofactor voor aspiratie en pneumonie bij patiënten op IZ. (15) Bovendien zijn plotse mesenteriale ischemie en necrose mogelijk bij enterale voeding. (28) Daarnaast kan het refeeding syndroom voorkomen wanneer een ondervoede patiënt te snel gevoed wordt. Dit syndroom uit zich in stoornissen in de elektrolyten-, de water- en zoutbalans. Regelmatige monitoring is dus aangewezen. (6)

1.2.2 *Parenterale voeding*

Parenterale voeding biedt ondersteuning aan patiënten die geen of een slecht functionerende gastro-intestinale tractus hebben. (8-10) Het kan gebruikt worden als alternatief indien andere routes niet mogelijk zijn of als aanvulling wanneer deze routes er niet in slagen voldoende voedingsstoffen toe te dienen. (13, 19) Het is een invasieve therapie die duurder is dan de enterale vorm en geen trofisch effect uitoefent op de gastro-intestinale tractus. Of dit gepaard gaat met meer septische complicaties is nog steeds controversieel. Er is geen verschil in mortaliteit tussen patiënten die enterale en parenterale voeding krijgen. (8-10) De ESPEN beveelt aan dat alle patiënten, waarvan verwacht wordt dat ze binnen drie dagen geen normale voeding zullen kunnen eten, parenterale voeding zouden moeten krijgen binnen de

24-48 uur, als enterale voeding gecontra-indiceerd is of als ze dit niet kunnen verdragen. (13, 19)

Er zijn twee manieren om parenterale voeding toe te dienen: de perifere en de centraal veneuze weg. Een perifere veneuze toegang kan gebruikt worden om een samenstelling met een lage osmolariteit toe te dienen. Deze wordt kortdurend toegediend ter aanvulling van de nutritionele nood. Een centraal veneuze lijn is aangeraden voor een samenstelling met hoge osmolariteit om te voorzien in de volledige nood. Deze kan niet via een perifere weg toegediend worden wegens een etsend effect op de vaten. Dit kan ook nodig zijn als de perifere weg niet in de behoeften kan voorzien. (13)

1.3 Soorten enterale tubes

Er bestaan twee groepen enterale voedingstubes: de nasale en de percutane. (6, 29) Nasale tubes worden meestal gebruikt indien enterale voeding voor een relatief korte tijd nodig zal zijn (4-6 weken) en ze bestaan in verschillende diameters. (30) De nasale tubes zijn onder te verdelen in de nasogastrische (tot in de maag) en de nasojejunale (tot in de dunne darm). Er bestaan ook tubes met een dubbel of tripel lumen die dan eindigen in de maag en in de dunne darm. Zo kan maagdecompressie worden uitgevoerd zonder de voeding te onderbreken. (6, 29) Een nadeel van deze tubes met meerdere lumina is dat ze vaak aanleiding geven tot een tekort aan voeding aangezien deze terug kan vloeien naar de maag en daar opgezogen kan worden. (31) De nasojejunale route wordt aanbevolen bij zwaar zieke patiënten aangezien die vaak een gastroparese hebben. Ook worden ze gebruikt bij patiënten waarbij NGT's niet aangewezen zijn. Dit kan ofwel door aspiratierisico ofwel omdat er in de darmen een fistel, obstructie of lek aanwezig is. (9, 29)

Percutane tubes zijn te plaatsen via percutane gastrostomie, jejunostomie of gastrojejunostomie (een combinatie van beide). (18) Ze worden gebruikt als de voeding meer dan vier tot zes weken nodig zal zijn of als de naso-enterische weg op dat moment niet mogelijk is. (6, 18, 32) Enterostomieën kunnen chirurgisch, endoscopisch of met behulp van radiologie geplaatst worden. Een percutane gastrostomie via endoscopie (PEG-tube) is de gouden standaard. Een percutane jejunostomie of duodenostomie via endoscopische weg kan gebruikt worden bij patiënten met risico op aspiratiepneumonie of bij onvoldoende toegang tot de maag. (6, 32) Percutane tubes kunnen ook gebruikt worden in palliatieve setting en bij dementie, maar de noodzaak moet bij elke patiënt individueel beoordeeld worden. (33)

Taylor et al. vermelden dat tubes uit polyurethaan voldoende radio-opaak zijn om de tube met RX te kunnen volgen. Tubes uit PVC zijn minder radio-opaak en zijn niet te zien in 23% van

de gevallen, indien geen guide-wire ter plaatse is. Ook bestaan er tubes met een metalen tip. Deze zijn beter te visualiseren met RX. (34)

Er bestaan heel wat soorten percutane tubes. Deze studie focust zich enkel op het gebruik van NGT's.

1.4 Plaatsing van een nasogastrische tube

Er bestaan heel wat methodes om een NGT te plaatsen en er is nog geen consensus over een standaardmethode. (35)

1.4.1 Blinde plaatsing

Meestal worden NGT's blind geplaatst door het verplegend personeel. Deze handeling wordt vaak gezien als een relatief onschuldige procedure. (35, 36) Het hoofd van de patiënt wordt daarbij dikwijls in een neutrale positie gehouden. (35) Blinde plaatsing zou echter per poging slechts een succespercentage van ongeveer 34-58% kennen. (35, 37-40) Er werd ook aangetoond dat 1.9-3.2% van alle blind geplaatste NGT's in de luchtwegen terecht kwamen. Dit leidde bij 4-14.3% van de patiënten waarbij de tube in de luchtwegen geplaatst was, zelfs tot overlijden. (41-44)

Wanneer men blind een NGT plaatst, moet men weten hoe diep ze gestoken moet worden. Een tube die niet ver genoeg of te ver geplaatst is, kan immers complicaties geven (cfr. 1.5). De National Patient Safety Agency (NPSA) van het Verenigd Koninkrijk geeft aan dat hier de NEX-guideline voor gebruikt kan worden. Deze guideline zegt dat je de lengte tussen de neus, het oor en het xiphoïd moet meten om de juiste lengte in te schatten. (45) Taylor et al. toonden echter aan dat wanneer er tien cm aan deze NEX-lengte toegevoegd wordt, er minder kans bestaat dat de tube in de slokdarm eindigt. De juiste plaatsing van de tube moet volgens deze onderzoekers nog steeds geverifieerd worden. (46)

Er zijn verschillende andere methodes om een NGT blind te plaatsen. Het gebruik van een supplementaire voerdraad met het hoofd in neutrale positie zorgt voor een succesvolle plaatsing in 66% van de pogingen. Bij een patiënt die endotracheaal geïntubeerd is en waarbij het hoofd ook in neutrale positie is, kan de tube in 82% van de gevallen bij de eerste poging op blinde wijze juist gestoken worden. Blinde plaatsing, met de nek in flexie en laterale druk erop, zorgt ook voor een succesvolle plaatsing in 82% van de pogingen. (37) Een blinde plaatsing met lateraal gedraaide positie van het hoofd of het gebruik van een bevroren tube met de patiënt in neutrale positie zorgt voor een succesvolle plaatsing in respectievelijk 80 en 88%. (39, 40)

Ratzlaff et al. toonden aan dat rigidere tubes makkelijker te plaatsen zijn. Dit verklaart waarom bevroren tubes en tubes geleid door een voerdraad beter te plaatsen zijn. Ze kwamen echter ook tot de conclusie dat rigidere tubes vaker voor trauma zorgen. (47)

Enkele jaren geleden introduceerden Najafi et al. het SORT-manoeuvre, een nieuwe methode om NGT's te plaatsen. SORT staat voor 'Sniffing position, NGT Orientation, contralateral Rotation and Twisting movement'. (48) Sanaie et al. onderzochten dit manoeuvre en vonden dat het een significant betere methode was dan de methode met flexie van het hoofd en laterale druk op de nek. Zo vonden ze dat het SORT-manoeuvre in 97% van de gevallen leidde tot een correcte plaatsing. (49)

1.4.2 Plaatsing met visualisatie

Er bestaan verschillende methodes om een NGT te plaatsen met visualisatie tijdens de plaatsing.

Endoscopisch geplaatste NGT's worden in 96% van de pogingen juist gestoken. Dit werd onderzocht bij patiënten met aero-digestieve kanker, aangezien een blinde plaatsing bij deze patiënten moeilijk is. (50) Clinici gebruiken frequent ook een Magill forceps in combinatie met een laryngoscoop. Dit heeft per poging een succespercentage van 70%. (35)

Met elektromagnetische (EM) tracking kan de positie van de tube in real time gevolgd worden. Zo kan de tube op een veilige en snelle manier geplaatst worden. Een ontvanger geplaatst op het xiphoïd kan meten hoe de tube georiënteerd is in het sagittaal vlak. Zo kunnen de coördinaten van de tube berekend worden. (34, 51) Powers et al. vonden in hun retrospectieve studie dat 94 tot 99.6% van alle tubes geplaatst met een EM tracking toestel, juist geplaatst waren (ofwel in de maag, ofwel in de dunne darm). (51) Bercik et al. vonden dat de tube in 100% van de gevallen met EM tracking gevolgd kon worden. (52) Powers et al. vonden ook dat er slechts in 1 van de 7081 plaatsingen een complicatie aanwezig was (pneumothorax). (51)

Gao et al. Beschreven ook dat de resultaten van EM tracking vergelijkbaar waren met die van endoscopie. (53). Plaatsing onder echografische begeleiding heeft een hoge kans op succes met een percentage van ongeveer 92%. (35, 54)

Mizzi et al. beschreven de Kangaroo tube met 'Integrated Realtime Imaging system' (IRIS-technologie), een nieuwe methode die kosteneffectiever zou zijn dan de endoscopische en toch directe visualisatie zou toelaten. Deze Kangaroo tube is een NGT waar een IRIS-camera kan ingeschoven worden en 90% van de pogingen hiermee waren succesvol. (55)

Hoewel de endoscopie, EM tracking en Kangaroomethode goede resultaten bekomen, is er toch steeds meer interesse in methodes die geen dure apparaten vergen. (49)

1.5 Complicaties bij nasogastrische tubes

Het gebruik van NGT's gaat soms gepaard met complicaties die kunnen optreden zowel tijdens het plaatsen, het gebruik en het verwijderen van de tube. (26) De kritiek zieke patiënt heeft een hoger risico om complicaties te ontwikkelen bij insertie van de tube. Meerdere factoren liggen aan de basis hiervan, zoals een verminderd vermogen om mee te werken en de onmogelijkheid om discomfort of dyspneu te uiten. (17) Het is ook belangrijk te weten dat foutief geplaatste tubes vaak geen aanleiding zullen geven tot symptomen. (56)

1.5.1 Algemene complicaties

De meest voorkomende complicaties zijn het optreden van epistaxis en sinusitis. (26, 57) Epistaxis komt voor in 1.8-4.7% van de gevallen, deze is meestal zelflimiterend. Risicofactoren voor deze complicatie zijn neuspoliepen of vooraf bestaande sinusitis. Ook coagulopathieën kunnen logischerwijs de kans op deze complicatie verhogen. Sinusitis zou voorkomen bij 11.4% van de patiënten. (57) Het wordt beschreven als een complicatie die frequenter voorkomt wanneer de tube lang aanwezig is. (26)

Er wordt gerapporteerd dat 9% van de tubes verstopt geraakt. (58) Powell et al. beschreven dat deze complicatie tienmaal minder voor zou komen indien residueel volume in de maag niet geaspireerd wordt. (59)

Enkele case reports vermelden mogelijke knopen in de tube. (60-67) Risicofactoren voor knopen zijn onder andere langere tubes, kleine diameters, insertie diep in de maag en interferentie met een endotracheale tube bij geïntubeerde patiënten. (63, 64) Monib et al. stelt dan ook dat deze complicaties te vermijden zijn door grotere diameters en meer aangepaste lengtes te gebruiken. (61) Eveneens zouden kleine maagvolumes, veranderde anatomie van de maag door chirurgie, zeer sterke peristaltiek, langdurige intubatie met de tube en buitensporige manipulatie ervan zorgen voor meer knooppvorming. (65-67) Agarwal et al. beschrijven dat knooppvorming ook rond structuren als de epiglottis mogelijk is, zo kunnen ademhalingsproblemen ontstaan. (60) Voorgaande auteurs waarschuwen om aan knooppvorming te denken wanneer men overdreven weerstand voelt bij het verwijderen van de tube. Het aantrekken van de tube kan de knoop bovendien strakker maken. (60-67)

1.5.2 Complicaties door verkeerde plaatsing

Bij het plaatsen van een NGT kan deze in het respiratoir stelsel terecht komen. Het is immers gemakkelijk om de tube bij blinde plaatsing per ongeluk in de trachea te steken. (41, 43, 44, 68) Van alle tubes waarvan men dacht dat ze juist geplaatst waren, zat toch 2.4-3.2% in het

respiratoir stelsel. Dit leidt frequent tot complicaties zoals pneumothorax en pneumonie. (41, 43, 44) Dit gaat op zijn beurt gepaard met een verhoogde mortaliteit. (43, 69) Tal van case reports zijn te vinden over bronchiale plaatsing, pneumothorax (ook hydropneumothorax en tensiepneumothorax zijn mogelijk) en plaatsing in de pleuraholte. (70-76) Het plaatsen van een nasogastrische tube in de pleura of in het respiratoir stelsel wordt door de National Health Service (NHS) van Groot-Brittannië dan ook beschreven als een 'never-event'. (77)

Pneumonie komt echter vaker voor dan verklaard kan worden door misplaatsing van de tube. Metheny et al. vonden dat 31.3% van de tracheale secreties van kritieke geïntubeerde patiënten pepsine bevatte. Ook kwam aan het licht dat 88.9% van de mechanisch geventileerde, kritieke patiënten aspireerden, wat één van de meest significante risicofactoren voor pneumonie is. (78)

Een andere reden voor aspiratie bij patiënten met een NGT, is een tube die niet diep genoeg geplaatst is en dus in de oesofagus blijft steken. De tube kan ook een lus vormen en omkrullen waardoor de opening weer in de oesofagus terecht komt. (29, 68, 79) Ook werden cases gerapporteerd waar de oesofagus geperforeerd werd. (80-83) Deze perforaties gaan gepaard met een mortaliteit rond de 65%. (81, 82) Plaatsing van een tube in de oesofagus kan ook oesofagale bezoarvorming tot gevolg hebben. Dit kan op zich ook leiden tot obstructie van de tube of kan een nieuwe plaatsing bemoeilijken. (84) Perforatie van de maag is ook mogelijk. (85)

Naast de plaatsing van de tubes in het respiratoir stelsel zijn er ook case reports die beschrijven hoe zo'n tube intracranieel terecht kan komen. Deze complicaties komen voornamelijk voor bij patiënten met schedelbasisbreuken, operaties aan de schedelbasis of congenitale afwijkingen aan de schedel. (29, 86-92) Eén case report sprak over een tube in het rechter atrium van het hart. (93)

1.6 Controle van de plaatsing

Om complicaties door verkeerde blinde plaatsing te vermijden, moet de positie van een NGT steeds gecontroleerd worden direct na de plaatsing. Dit betekent dat er voor de controle geen voeding of medicatie mag worden toegediend. (94, 95) Daarnaast moet de tube gecontroleerd worden na episodes van overgeven, spasmen met kokhalzen of hoesten, na oropharyngeale suctie of als er een aanwijzing is voor verplaatsing. Elke nieuwe of onverklaarbare daling in zuurstofsaturatie is een indicatie om de tube opnieuw te controleren. (95) Het is evenwel niet steeds haalbaar om dit in de praktijk toe te passen.

1.6.1 Röntgenonderzoek

Röntgenonderzoek (RX) is op dit moment de gouden standaard voor de controle van de plaatsing van NGT's. Door middel van RX kan je het verloop van de tube visualiseren. RX is echter niet onfeilbaar. (96) Tussen 2005 en 2010 was bij 45% van de gevallen waar schade door een misplaatste NGT aan de NPSA gemeld was, dit te wijten aan een slecht geïnterpreteerde RX. (45) Factoren die de interpretatie van RX beïnvloeden zijn: interpretatie-expertise, radio-opaciteit van de sonde, kwaliteit van de RX en informatie over plaatsing en voorgaande confirmatiemethoden. (97)

In een drukke klinische setting kan het meerdere uren duren voor het resultaat van een RX ter beschikking is. Dit zorgt ervoor dat er een vertraging is op de toediening van voeding en medicatie. (36) Deze vertraging kan bijdragen tot een tekort aan voedingsstoffen. Dit kan ernstig zijn bij patiënten die kritiek ziek zijn en die herhaald hun tube verwijderen. (97) Daarnaast kan het verkrijgen van een RX op IZ en bij spoedeisende hulp tijdrovend zijn. (98) RX is ook niet toegankelijk in woonzorgcentra/revalidatiecentra en wanneer de patiënt thuis verzorgd wordt. (36)

Het is daarnaast onhandig, onveilig en niet kosteneffectief om een RX te doen en zo de patiënt bloot te stellen aan schadelijke straling bij herhaaldelijk gebruik van een NGT. (96) Hoewel de blootstelling aan straling bij een eenmalige RX laag is, kan de cumulatieve dosis bij de controle van meerdere plaatsingen oplopen. (99) Een standaard RX van de thorax geeft evenveel straling als de achtergrondstraling die een persoon krijgt op 2-3 dagen. (36) Extra voorzichtigheid met straling is aangewezen bij kinderen, omdat herhaalde röntgenonderzoeken de kans op kanker later in het leven licht verhogen. (36, 99, 100)

1.6.2 Echografie

Echografie wordt vaak gebruikt in de klinische praktijk om de status van kritiek zieke patiënten te evalueren. (101, 102) Voordelen ervan zijn de snelle bereikbaarheid, de mobiliteit van het toestel, de afwezigheid van straling en een lagere kostprijs dan RX. (17, 101, 103) Bovendien moet de patiënt niet gemanipuleerd worden voor het onderzoek. (104) Enkele studies op spoed en IZ bewijzen de effectiviteit van echografie in de bevestiging van de correcte positie van een NGT. Deze studies hebben echter een relatief kleine onderzoekspopulatie, waardoor dit nog in andere studies bevestigd moet worden. (54, 101, 105, 106) De echo kan uitgevoerd worden door een radioloog of een intensieve zorg arts die een echografietraining heeft gekregen. (102, 107) De vaardigheden van de waarnemer zijn evenwel een belangrijk element in het succes van deze methode. (108)

Lucht, fysiologisch water of een mengsel van beide kunnen geïnjecteerd worden in de sonde om een betere visualisatie te bekomen. (17, 109) Het toedienen van een lucht-watermengsel verhoogt de sensitiviteit. (109) Een injectie van fysiologisch water in een misplaatste tube kan echter wel tot ernstige complicaties lijden. (106, 108) Daarnaast kan een wateroplosbaar contrastmiddel (Gastrografin) toegediend worden om de visualisatie van de tip te verbeteren. (17) Ook een volle maag kan de visualisatie bevorderen. (106)

De gemiddelde specificiteit in een review van Lin et al. was 97% (95% BI 23%-100%). Dit is een zeer hoge waarde, maar het betrouwbaarheidsinterval bevat 50%. (106) Gubler et al. vonden een specificiteit van 50%. (17) Dit maakt het moeilijk om te interpreteren of echografie bruikbaar is in het detecteren van verkeerd geplaatste NGT's. Dit kan deels toegeschreven worden aan het lage aantal cases van incorrect geplaatste tubes. (106)

Dağlı et al. detecteerden in 97% van de gevallen een correcte locatie van de tube. (102) De review van Lin et al. beschreef een sensitiviteit van 93% (95% BI 87%-97%). (106) Het onderzoek van Yildirim et al. detecteerde een sensitiviteit van 78.72%. (109) Gubler et al. vonden een sensitiviteit van 96% (BI 87%-98%) en een positief predictieve waarde van 94% (95% BI 84-98%). Zij concludeerden dan ook dat echografie een waardig alternatief voor RX kan zijn bij het merendeel van de patiënten op IZ. (17) Conventionele RX zou dan kunnen gebruikt worden wanneer het resultaat van de echo niet eenduidig is. (17, 98, 102, 104-106, 110, 111) Er is echter nog geen consensus over de rol van echografie bij het controleren van de plaatsing van de NGT in de routine klinische praktijk. (106)

1.6.2.1 Beperkingen van echografie

De interpositie van gas in de darm, door ileus en perforatie, is een grote beperking van echografie. (17, 98, 104, 105, 109) Ook bij patiënten met obesitas kan de echo minder goede resultaten geven. (102) Echografie kan niet uitgevoerd worden als er geen toegang tot de buikwand is, zoals bij een open wonde of uitwendige installaties (bijvoorbeeld drainagetubes na hartchirurgie). (17) Bij patiënten met subcutaan emfyseem, cachexie of hersenverlamming met overmatige contractie van de nek kan geen kwaliteitsvolle echo van de hals bekomen worden. (109)

1.6.2.2 Aanbevolen methode

Yildirim et al. bevelen de volgende methode aan. Eerst wordt de maag in beeld gebracht, hier kan de tip van de NGT in beeld gezien worden. Als de tube kan gevisualiseerd worden, is geen andere interventie nodig. Als de echo negatief is, dan wordt een echo van de nek en slokdarm genomen, hier kan het verloop van de NGT geëvalueerd worden. (106, 109) Als de tube nu wel wordt gezien, wordt de tube vooruitgeschoven en dit wordt gecontroleerd met een

nieuwe visualisatie van de maag en eventueel een lucht-vocht injectie. Indien de echo van de hals of de tweede echo van de maag negatief zijn, wordt een RX-thorax aanbevolen. (109) Het is belangrijk dat de sonde in de maag zit, want wanneer de sonde eindigt in de slokdarm is er een groter risico op aspiratie (cfr. 1.5). (108)

Naast het gebruik van echografie en RX zijn er ook tal van andere methoden beschreven om de locatie van de NGT te kunnen bevestigen. Toch blijkt geen enkele methode in elke situatie bruikbaar en hebben ze elk hun voor- en nadelen.

1.6.3 De pH van aspiraats

Uit $\pm 85\%$ van de sondes geplaatst in de gastro-intestinale tractus, kan aspiraats opgezogen worden. (112, 113) Hiervoor wordt best eerst 30 milliliter lucht door de tube geblazen om het lumen vrij te maken. (114) Hoewel de kleur van dit aspiraats vaak niet kan differentiëren tussen een gastro-intestinale of tracheobronchiale positie, kan de pH ervan wel gemeten worden om te controleren of de NGT correct geplaatst is. Bij volwassenen is de gemiddelde pH-waarde van de maag 3.52 ± 2.02 . Dit is veel lager dan de pH van de long en pleura (7.92 ± 0.28) en van de trachea en bronchi. (7.81 ± 0.71) (45, 115, 116) Volgens de NPSA zou een pH tussen de 1 en 5.5 de correcte plaatsing van een NGT kunnen bevestigen. Indien een hogere pH gemeten zou worden, moet een RX gemaakt worden ter controle. (45) Boeykens et al. vonden echter slechts een sensitiviteit van 78.4% en een specificiteit van 84.6% indien deze cutoff-waarde werd gehanteerd bij de patiënten waarvan aspiraats kon bekomen worden. Wanneer alle pogingen tot aspiratie in rekening worden gebracht, ook de pogingen waarbij er geen aspiraats gevonden werd, wordt dit een sensitiviteit van 66% en een specificiteit van 93%. (113) Ook andere studies vertoonden vergelijkbare resultaten met sensitiviteiten tussen de 65.7 en 76.5% en specificiteiten tussen de 79 en 100%. (117-119)

Indien er aspiraats bekomen kan worden, zal een pH < 5.5 dus meestal aantonen dat de NGT correct geplaatst is. De test heeft immers een vrij hoge specificiteit. Toch heeft deze methode enkele belangrijke nadelen. Er kunnen namelijk vrij veel vals negatieven aanwezig zijn en vals positieven zijn nog steeds niet uitgesloten. (113, 117-119)

Oorzaken van vals negatieve resultaten zijn onder andere het gebruik van medicatie tegen maagzuur zoals protonpomp inhibitoren. (45, 112, 113, 120, 121) Dit soort medicatie wordt zeer frequent ($\pm 40-84\%$) gebruikt bij patiënten met een maagsonde en er moet dus altijd rekening mee gehouden worden. (113, 120, 122) Verder kunnen ook achloorhydrie en buffering door voedsel via de NGT zelf zorgen voor een verhoogde pH en vals negatieve tests. (112, 122-125)

Oorzaken van vals positieve resultaten zijn een verlaagde pH in de longen door longempeem en/of GER. (113, 126, 127) Pleuravocht in het bijzijn van longempeem kan een pH hebben van 5.5 (126). GER kan zorgen voor een pH van 5.13 ± 0.43 . (113, 127) Een andere mogelijke oorzaak van bias kan het gebruik zijn van pH-strips in plaats van automatische pH-meters. Zo kunnen verschillen in verlichting van kamers en gezichtsvermogen van onderzoekers zorgen voor het aflezen van een andere pH-waarde van de strip. (120)

Het afnemen van aspiraats vergt vaak meerdere pogingen waardoor de voedseltoediening vertraagd kan worden. (113, 128) In het onderzoek van Boeykens et al. kon slechts bij 48.6% van de patiënten het aspiraats in één poging opgehaald worden. Bij 33.5% kon pas aspiraats opgezogen worden na het inspuiten van lucht in de tube, het lateraal positioneren van de patiënt of na het opnieuw proberen na een uur. (113)

Er bestaan ook studies over het gebruik van biomarkers zoals lipase, trypsine, pepsine en bilirubine gecombineerd met pH-metingen. Hoewel deze studies aantonen dat het gebruik van deze biomarkers de sensitiviteit en specificiteit gevoelig doet stijgen, is het onderzoek hiernaar nog steeds beperkt. Ook zorgt een combinatie van deze methoden voor een verhoogde complexiteit. (97, 115, 119, 122, 129-131)

1.6.4 Capnografie

Om te bepalen of de tube gastro-intestinaal of tracheaal gestoken is, kan ook capnografie gebruikt worden, waarbij een pH-sensitief papier van kleur verandert. Er wordt dan gemeten of er CO₂ aanwezig is in de tube. Indien er CO₂ aanwezig is, wordt uitgegaan van een tracheale positie. Als er geen CO₂ aanwezig is, gaat men uit van een gastro-intestinale positie. (132, 133)

De meta-analyse van Chau et al. gaf aan dat capnografie bij mechanisch geventileerde patiënten een sensitiviteit van 88-100% en een specificiteit van 95-100% heeft om te bepalen of de tube zich gastro-intestinaal bevindt of in het respiratoir stelsel bij. (133) Burns et al. vergeleken een klassieke capnometer met een colorimetrische capnometer en kwamen tot de conclusie dat beiden even goed werkten. (134) Mordiffi et al. en Munera-Seeley et al. vonden een sensitiviteit van 80-86.7% respectievelijk om te bepalen dat de tube zich in de tracheobronchiale ruimte bevond. In het onderzoek van Mordiffi et al. werd $\pm 20\%$ van de tracheaal geplaatste tubes gemist. De specificiteiten uit hun onderzoek bedroegen respectievelijk 86.5% en 99.8%. (132, 135)

De resultaten die er valselyk op wezen dat de tube in het gastro-intestinaal stelsel zat, waren waarschijnlijk te wijten aan een geblokkeerde tube door een teveel aan tracheobronchiale

secreties. (132, 135-137) Ook toonden Kindopp et al. aan dat dit soort resultaten mogelijk zijn bij een buis die opgekruld zit over zijn verloop. (138)

Wanneer de resultaten valselijk aantonen dat de tube zich tracheobronchiaal bevindt, kan dit te wijten zijn aan de aanwezigheid van ingeslikte lucht. (132, 139) Ze kunnen ook veroorzaakt worden door reflux vanuit de maag in de capnometer en door koolzuurbevattende dranken en medicatie. (69, 132, 139, 140) Indien een colorimeter met pH-sensitief papier gebruikt wordt, kan deze slechts eenmalig gebruikt worden, aangezien veelvuldig gebruik kan zorgen voor vals verhoogde CO₂-waarden. (136, 137)

De test kan ook positief zijn terwijl de NGT in de oesofagus of dunne darm zit in plaats van de maag. Een capnografie kan immers geen onderscheid maken tussen een oesofagale, gastrische of intestinale positie. (116, 133) Daarom wordt er aangeraden om een capnografische test steeds aan te vullen met een test die kan bewijzen dat de tube zich werkelijk in de maag bevindt. (97)

1.6.5 Het zien van bubbels

Enkele studies beschreven een methode waar men bubbels ziet bij elke expiratie, wanneer de NGT zich in de long bevindt. (141-146) Deze bubbels worden gezien als het uiteinde van de NGT in een glas met water gestoken wordt tijdens een expiratie. (143, 144) Ook andere methodes zijn beschreven zoals een gelei van 2% lidocaïne smeren aan het distaal uiteinde van de tube en er wat in het proximale deel van de tube stoppen. Indien de tube in de maag terecht komt, zou dit resulteren in de vorming van 1 of 2 bubbels aan het proximale uiteinde. Indien de tube in de trachea terecht zou komen, zou dit resulteren in de formatie van meerdere bubbels. (145) Er zijn evenwel case reports die beschrijven dat deze bubbels weg kunnen blijven indien de tube op het niveau van de long geoccludeerd zou geraken. (143, 147) Ook zou lucht in de maag kunnen zorgen voor vals positieve resultaten. (141, 146) De NPSA gaf aan dat deze methode niet gebruikt mag worden om de juiste positie te bevestigen. (148)

1.6.6 Auscultatie tijdens het inblazen van lucht

Een stethoscoop kan geplaatst worden op het epigastrium terwijl lucht geblazen wordt door de NGT. Dit kan echter niet met zekerheid bepalen of de tube correct geplaatst is of niet. (149) Geluid kan immers naar het epigastrium geleid worden ongeacht of de tube zich in de long, maag, slokdarm, duodenum of het proximale jejunum bevindt. (150) Benya et al. spreken over 20% vals positieven. (151) De literatuur beschrijft een grote variabiliteit aan sensitiviteiten (79-98.5%) en specificiteiten (6.3-98.4%) omtrent deze techniek. (112, 113, 140) Deze studies onderzochten wel vaak maar kleine populaties. Er zijn ook heel wat case reports die de ineffectiviteit van deze methode aankaarten. (60, 73, 75, 84, 146, 150, 152-158) Ook zijn de

meeste guidelines het erover eens dat auscultatie geen goede methode is om de correcte positie van een NGT aan te tonen. (36) De NPSA stelt ook hier weer dat deze methode niet gebruikt mag worden. (45)

1.6.7 Elektromagnetische tracking

In een studie van Taylor et al. vond men dat 100% van de correct geplaatste tubes met EM tracking gevonden konden worden. (34) De nood aan een andere methode naast EM tracking werd toegewezen aan een slechte tracing of doordat er geen personeel aanwezig was met voldoende expertise. (51) Bear et al. vonden een sensitiviteit van 98% en een specificiteit van 100% in vergelijking met een RX. EM tracking wordt wel best gedaan door een team die er vertrouwd mee is. (51, 159) Er is ook een aangepaste tube voor nodig. (34, 51, 159)

1.7 Kostprijs

In België is een echo abdomen goedkoper dan een RX-thorax. Dit komt omdat een echo door een arts op IZ uitgevoerd kan worden en er zo geen extra honorarium wordt aangerekend voor een radioloog. Deze gegevens werden opgevraagd bij de dienst facturatie van het UZ Gent. De prijzen van de andere methodes zijn niet van toepassing voor dit onderzoek. (160)

2. Methodologie

2.1 Literatuurstudie

De gerefereerde publicaties werden met de elektronische databases PubMed, Embase en Google Scholar gevonden. De volgende zoektermen werden gebruikt in verschillende combinaties: 'gastrointestinal intubation', 'ultrasonography', 'radiography, thoracic', 'X-Rays', 'radiodiagnosis', 'ultrasonography', 'esophagus/diagnostic imaging', 'critical illness/therapy', 'intensive care', 'enteral nutrition', 'nasogastric tube', 'placement', 'evaluation', 'complications', 'enteral nutrition'. De zoekstrategie was voornamelijk toegespitst op papers over echografie, RX, de plaatsing van een NGT en enterale voeding. Het opzoeken van de artikels gebeurde tussen 1 juli 2020 en 1 mei 2021. Alle zoektermen werden ingevoerd in het Engels. Papers die niet geschreven waren in het Engels of waar de full tekst van ontbrak, werden geëxcludeerd. Ook werden relevante studies uit de referentielijsten van de gevonden artikels toegevoegd. Na het verwijderen van de duplicaten werden 162 artikels geïncludeerd.

2.2 Experimenteel onderzoek

2.2.1 Patiënten

De patiënten die geïncludeerd werden in de studie (n = 43), waren voornamelijk patiënten die opgenomen waren op de dienst Intensieve Zorg van het UZ Gent in de periode van 1 tot 7 februari 2021 en van 29 maart tot 25 april 2021. Door de COVID-19 pandemie lagen de patiënten niet alleen op de afdeling Intensieve Zorg, maar ook in het Brandwondencentrum, de afdeling Pediatrische Intensieve Zorg, en de Post Anesthesie Zorg Afdeling. Daarnaast werden enkele patiënten in de studie opgenomen die niet behoorden tot de afdeling IZ, aangezien er door de pandemie minder electieve operaties doorgingen en er zo minder mensen gepland op IZ terecht kwamen. Alle patiënten hadden voor therapeutische doeleinden een NGT. Exclusiecriteria waren: jonger dan 18 jaar, (partiële) gastrectomie, oesofagectomie, anatomische deformatie, abnormale maagpositie, vergevorderde zwangerschap, open abdomen, open wonden op de plaats waar de echo afgenomen werd en COVID-19. De NGT's werden blind geplaatst door het verplegend personeel van de betrokken diensten of door de anesthesisten in het operatiekwartier. Zij gebruikten steeds de NEX + tien centimeter methode om de lengte in te schatten. Polyurethaan tubes met de maten 8, 12, 14 of 16 Fr werden gebruikt. De echo werd afgenomen door Prof. Dr. Kirsten Colpaert, Frédéric Claerhoudt of Emma Coene. Informed consent werd verkregen van de patiënt of een vertegenwoordiger. De studie werd goedgekeurd door het ethisch comité van het UZ Gent. Demografische en andere noodzakelijke informatie werd geëxtraheerd uit het elektronisch patiëntendossier.

2.2.2 Echo protocol

De methode die gebruikt werd om met echo de positie van de NGT's na te gaan, is deels gebaseerd op het onderzoek van Yildirim et al. (109) Het echoapparaat dat gebruikt werd, is de Philips Sparq.

Eerst wordt de buik van de patiënt ontbloot, waarbij zeker het linker en rechter hypochondrium en het epigastrium vrij moeten liggen. Vervolgens wordt de convexe transducer met echogel onder het xiphoïd geplaatst in transversale positie. Na visualisatie van de lever, wordt de probe progressief naar links lateraal verplaatst, tot de top van de lever gevisualiseerd kan worden. De maag bevindt zich meestal iets caudaal en links van deze positie. Na het visualiseren van de maag, wordt het lumen van de NGT opgezocht en gevolgd tot het uiteinde.

Indien de tube duidelijk in de maag te zien is, kan de dopplerfunctie van het echotoestel op deze locatie geplaatst worden. Vervolgens wordt een mengsel van tien milliliter fysiologische oplossing en vijf milliliter lucht krachtig gespoten door de NGT en onmiddellijk weer opgezogen, dit om de kans op complicaties te minimaliseren. De turbulentie die door het vocht en de lucht gecreëerd wordt, kan gevisualiseerd worden met de duplex echo. Indien de duplex positief is, kan er met voldoende zekerheid besloten worden dat de NGT juist geplaatst is. Indien de duplex echter negatief is, wordt een RX-thorax uitgevoerd.

Indien de tube niet duidelijk in de maag te zien is, wordt ze eerst opgezocht in de slokdarm. Dit kan door de lineaire transducer met echogel in craniocaudale positie tegen de hals te houden aan de linkerkant. Hierbij is het belangrijk om niet te hard te duwen aangezien dit mogelijks een vagale reactie kan uitlokken.

Wanneer de NGT niet gevisualiseerd kan worden in de slokdarm, kan een RX-thorax genomen worden of kan de NGT verwijderd worden en een nieuwe geplaatst worden.

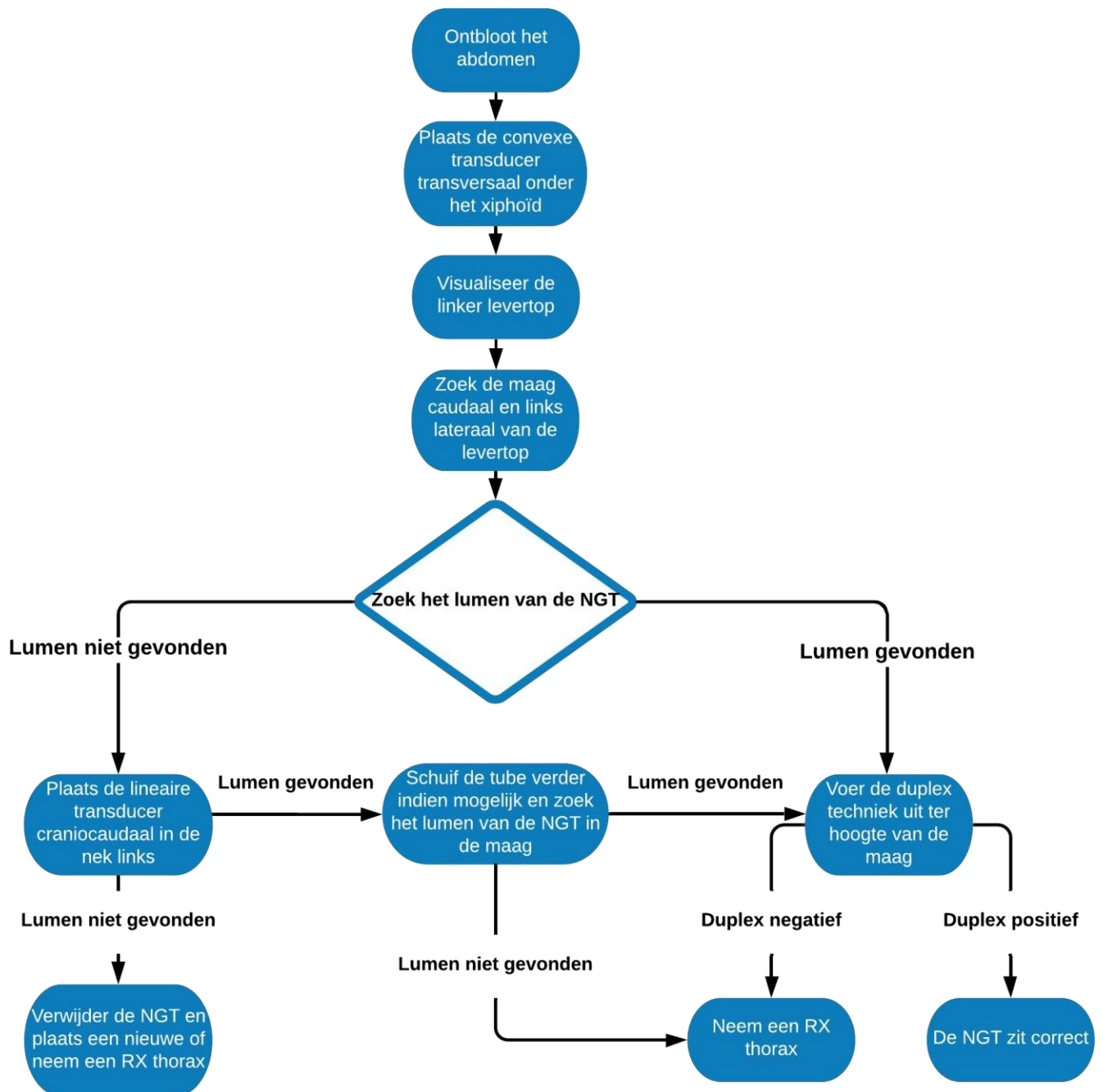
Indien de tube wel in de slokdarm gevisualiseerd kan worden, kan de tube indien mogelijk verder in de slokdarm geschoven worden. Daarna wordt opnieuw een echo van de maag genomen. Indien deze positief is, kan de duplex techniek die hierboven beschreven staat, uitgevoerd worden ter hoogte van de maag, hierna wordt het protocol na duplex gevolgd. Wanneer de echo van de maag negatief is, wordt een RX thorax uitgevoerd.

Indien de te onderzoeken regio niet bereikt kan worden, wordt afgezien van de echo op die plaats.

Bovenstaand protocol wordt schematisch afgebeeld in figuur 1.

Figuur 1

Protocol voor de echografische evaluatie van de correcte positie van een maagsonde.



Zie bijlage 1 voor een uitgebreid protocol met foto's.

2.2.3 Statistische verwerking

Voor de statistische analyse van de verzamelde data werd gebruik gemaakt van IBM SPSS Statistics 26. Resultaten werden als statistisch significant beschouwd bij een p-waarde minder dan 0.05. Continue variabelen worden uitgedrukt als gemiddelde \pm standaarddeviatie. De correlatie tussen body mass index (BMI) en een correcte visualisatie van de NGT door middel van echografie werd onderzocht door middel van een McNemar test.

3. Resultaten

3.1 Klinische en demografische gegevens

Er werden 43 patiënten geïncludeerd met een gemiddelde leeftijd van 58.2 ± 15.61 jaar en een gemiddelde BMI van 25.6 ± 5.27 . Van de 43 patiënten waren er 26 van het mannelijk en 17 van het vrouwelijk geslacht. Van deze patiënten werd 51.2% ($n = 22$) mechanisch geventileerd. De oorzaken voor opname op IZ waren postoperatieve fase ($n = 27$), intracraniële bloeding ($n = 4$), acuut myocardinfarct ($n = 4$), sepsis en septische shock ($n = 4$), pancreatitis ($n = 2$) en neurologische afwijkingen ($n = 2$) (tabel 1).

Tabel 1

Klinische en demografische gegevens van de geïncludeerde patiënten

Variabelen	Data (n = 43)
Leeftijd (gemiddelde \pm SD)	58.2 \pm 15.61
Geslacht	
- Man	26
- Vrouw	17
BMI (gemiddelde \pm SD) (n = 36)	25.6 \pm 5.27
Mechanisch geventileerd	22
Indicaties	
- Postoperatief	27
- Intracraniële bloeding	4
- Acuut myocardinfarct	4
- Sepsis en septische shock	4
- Pancreatitis	2
- Neurologische afwijkingen	2

3.2 Echografie van de maag

Bij 81.4% ($n = 35$) van de patiënten werd door middel van echo de NGT gedetecteerd in de maag. Dit werd bij alle patiënten bevestigd door de RX-thorax. Bij 18.6% ($n = 8$) van de patiënten werd de NGT niet gedetecteerd in de maag. Bij 12.5% ($n = 1$) van deze patiënten was de NGT gepositioneerd in de longen. Bij de anderen ($n = 34$) was de NGT correct in de maag gepositioneerd. De sensitiviteit van deze test is 83.3% en de specificiteit is 100%. De positief predictieve waarde (PPW) is 100% en de negatief predictieve waarde (NPW) 12.5% (tabel 2).

Hieronder staan de rekenkundige formules van sensitiviteit, specificiteit, PPW en NPW, die gebruikt werden.

TP= terecht positieven; VN= vals negatieven; TN= terecht negatieven; VP= vals positieven

$$\text{Sensitiviteit} = \frac{TP}{(TP+VN)} \quad \text{Specificiteit} = \frac{TN}{(TN+VP)}$$

$$\text{Positief predictieve waarde} = \frac{TP}{(TP+VP)} \quad \text{Negatief predictieve waarde} = \frac{TN}{(TN+VN)}$$

Tabel 2

Kruistabel met de resultaten van de echo in de maagstreek en de RX

	Sonde juist gepositioneerd op RX	Sonde niet juist gepositioneerd op RX	Totaal
Sonde juist gepositioneerd bij echo	35	0	35
Sonde niet juist gepositioneerd bij echo	7	1	8
Totaal	42	1	43

3.3 Echografie van de hals

Bij 69.8% (n = 30) van de patiënten werd een echo van de hals genomen. Bij 96.7% (n = 29) van deze patiënten werd de NGT correct gedetecteerd. Bij 3.3% (n = 1) kon de NGT niet gedetecteerd worden, de RX bevestigde dat de NGT in de longen was geplaatst. De sensitiviteit en specificiteit zijn beide 100%. De PPW en NPW zijn 100% (tabel 3).

Tabel 3

Kruistabel met de resultaten van de echo in de hals en de RX

	Sonde juist gepositioneerd op RX	Sonde niet juist gepositioneerd op RX	Totaal
Sonde juist gepositioneerd bij echo	29	0	29
Sonde niet juist gepositioneerd bij echo	0	1	1
Totaal	29	1	30

3.4 Duplex techniek

Bij 79.1% (n = 34) van de patiënten werd een duplex afgenomen terwijl een mengsel van fysiologisch water en lucht werd ingespoten. Bij 79.4% (n = 27) van deze patiënten werd de NGT correct gedetecteerd. Bij 20.6% (n = 7) van de patiënten werd de NGT op deze wijze niet gedetecteerd. Bij 14.3% (n = 1) van deze patiënten was de NGT gepositioneerd in de longen. Bij de anderen was de NGT correct in de maag gepositioneerd. De sensitiviteit van deze test is 81.8% en de specificiteit is 100%. De PPW is 100% en de NPW 14.3% (tabel 4).

Tabel 4

Kruistabel met de resultaten van de echo in de maagstreek na het inspuiten van een mengsel van fysiologisch water en lucht en de RX

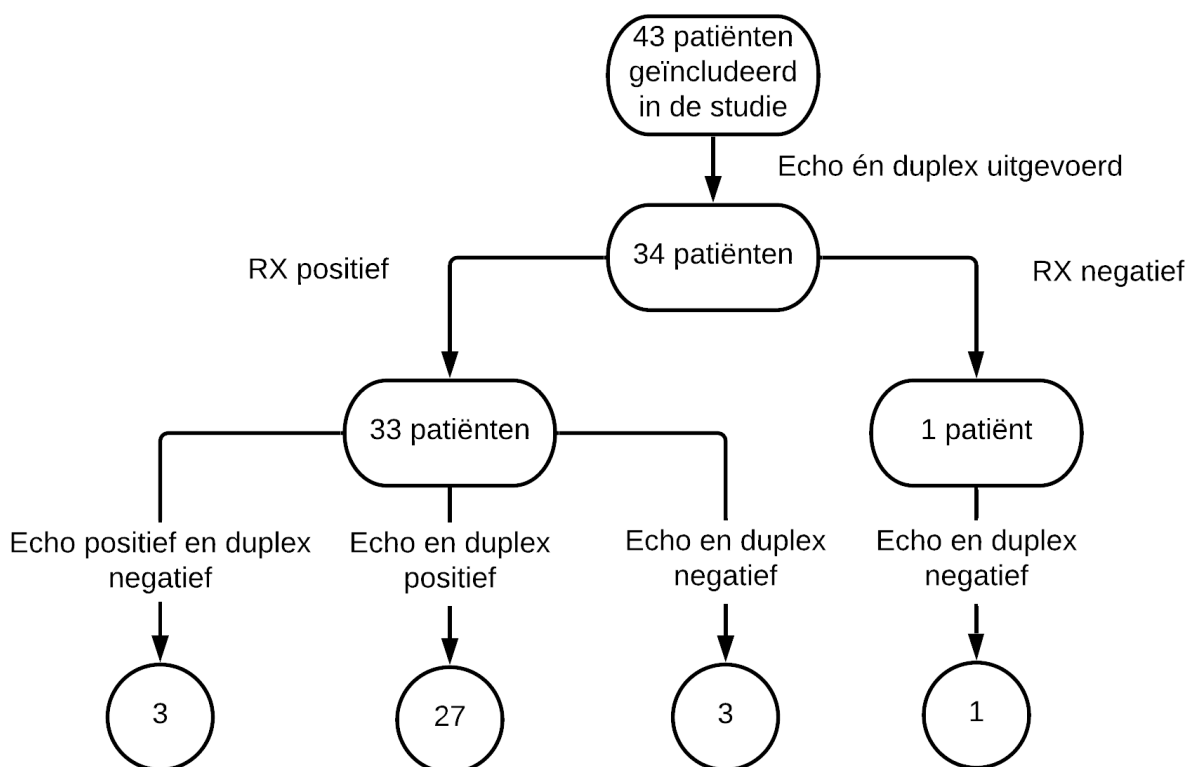
	Sonde juist gepositioneerd op RX	Sonde niet juist gepositioneerd op RX	Totaal
Sonde juist gepositioneerd bij duplex	27	0	27
Sonde niet juist gepositioneerd bij duplex	6	1	7
Totaal	33	1	34

3.5 Vergelijking echografie van de maag en duplex techniek

Bij 34 patiënten werden beide onderzoeken uitgevoerd. Beide onderzoeken bevestigden de juiste positie van de maagsonde bij 27 patiënten. Bij de patiënt waarbij de sonde in de longen gepositioneerd was, waren beide onderzoeken negatief (afbeelding 1). Bij 3 patiënten waarbij de sonde gevonden werd door middel van echografie van de maag, werd dit niet bevestigd door de duplex techniek. Bij 3 patiënten waren beide onderzoeken negatief, terwijl RX aangaf dat de sonde toch juist gepositioneerd was. Bij geen enkele patiënt was de duplex positief terwijl de echo van de maag negatief was (figuur 2).

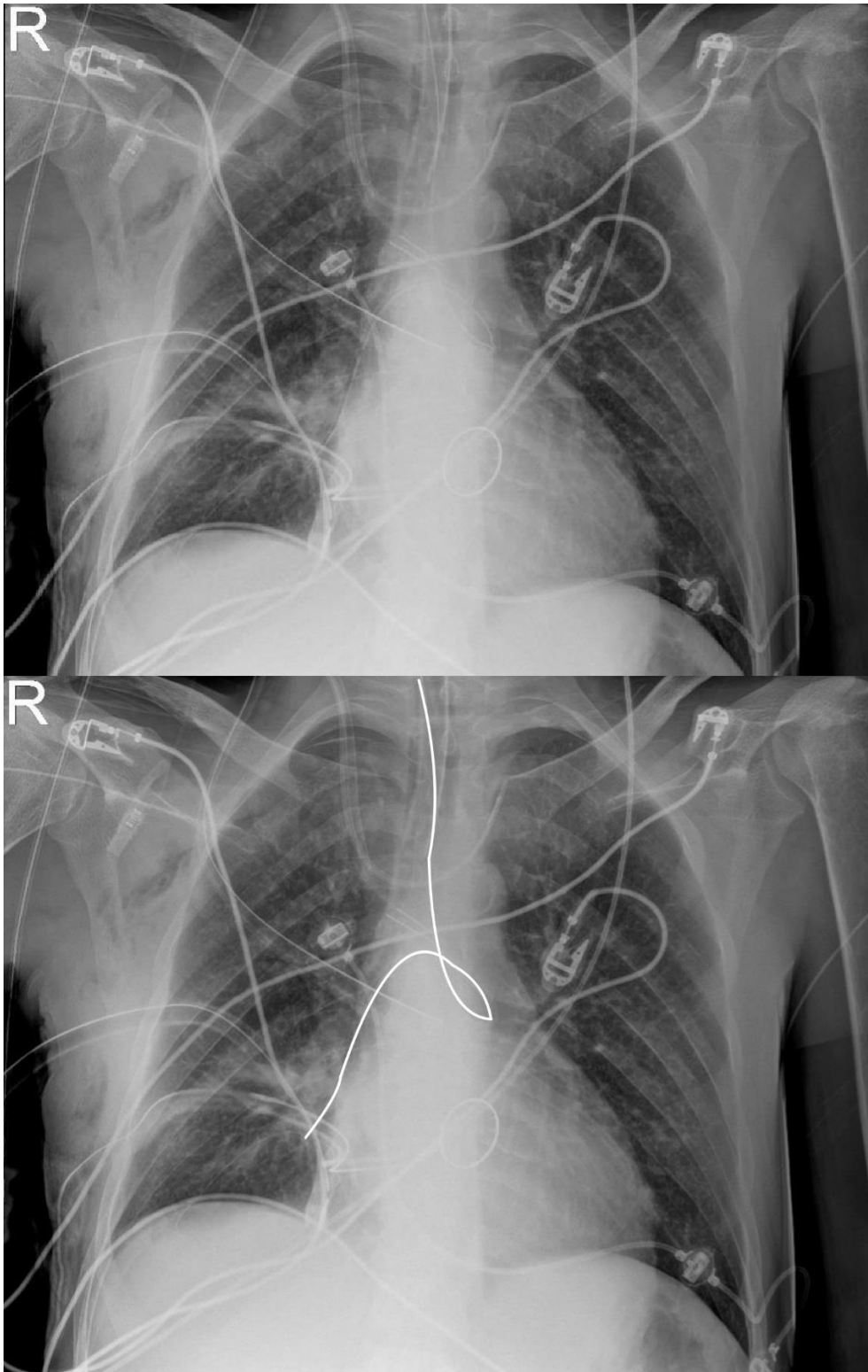
Figuur 2

Vergelijkend stroomdiagram



Afbeelding 1

RX bij patiënt met NGT die zich in de longen bevindt. Bovenste afbeelding: De originele RX-foto, onderste afbeelding: Het verloop van de NGT wordt aangegeven door een witte lijn

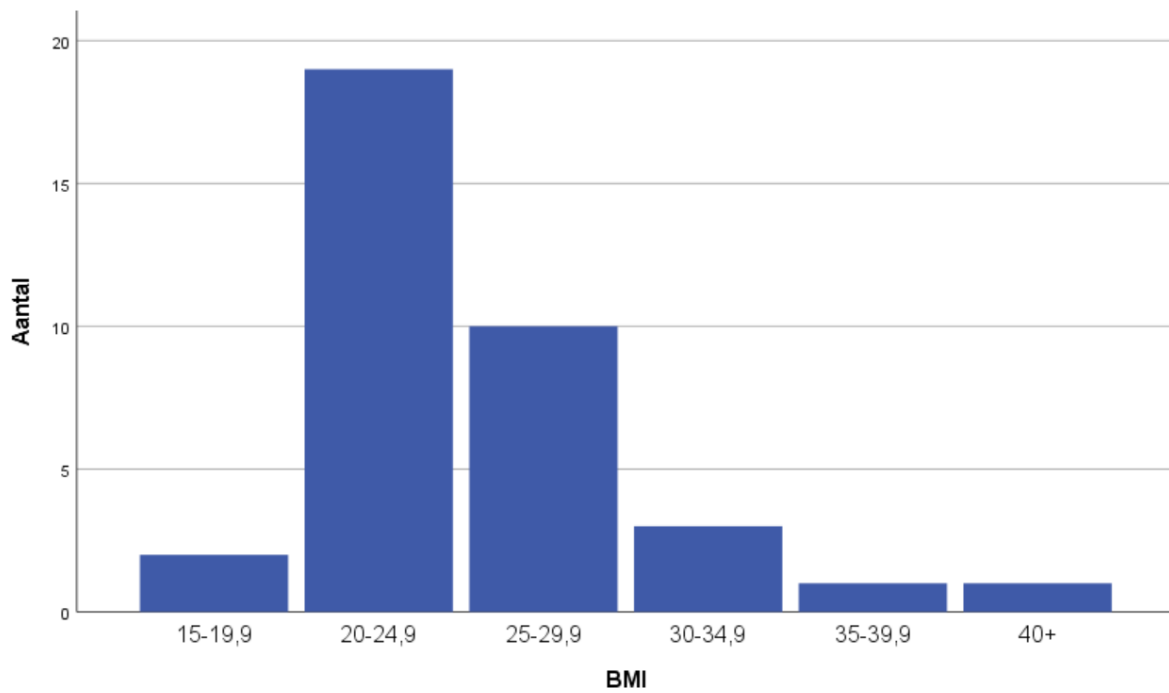


3.6 BMI

Bij 36 patiënten was de BMI bekend. De gemiddelde BMI van deze patiënten was 25.6 ± 5.27 . De verdeling van de BMI wordt weergegeven in figuur 3. Er werd ook aangetoond dat echografie minder bruikbaar is bij patiënten met overgewicht (BMI ≥ 25) ($p = 0.03$).

Figuur 3

Verdeling van BMI bij 36 patiënten



4. Discussie en conclusie

4.1 Samenvatting van de resultaten

Deze studie had als doel te onderzoeken of echografie een waardevol alternatief kan zijn voor RX-thorax om de positie van een NGT te bevestigen bij patiënten op IZ. Aangezien een verkeerd gepositioneerde NGT gepaard kan gaan met ernstige complicaties, is het steeds belangrijk de correcte positie met zekerheid te bevestigen (cfr. 1.5.2). Studies hebben aangetoond dat echografie hierin een veelbelovende techniek kan zijn, maar het wordt nog niet beschouwd als gouden standaard. (102, 105, 110, 161) Dit onderzoek bevestigt dat echografie bij een geselecteerd aantal patiënten de NGT juist kan lokaliseren. Het kan echter niet bij elke patiënt met zekerheid bevestigen dat de NGT juist geplaatst is waardoor echografie niet als alternatief voor RX beschouwd kan worden maar wel als aanvulling. Echografie wordt in het UZ Gent ook nog niet gebruikt als routinetechniek om de NGT te lokaliseren.

Echo van de maag kan niet bij alle patiënten met succes toegepast worden. Bij patiënten met een (partiële) gastrectomie, oesophagectomie, anatomische deformaties, abnormale maagpositie, ileus, vergevorderde zwangerschap of open wonden op de plaats waar de echo wordt afgenomen, kan echografie niet als een betrouwbare methode beschouwd worden (cfr. 1.6.2.1). Dit onderzoek toonde ook aan dat een echo bij mensen met een hoge BMI (BMI \geq 25) minder betrouwbaar is ($p = 0.03$) (cfr. 3.6).

De bevindingen uit deze studie bevestigen de hoge sensitiviteit (83.3%) en specificiteit (100%) van echografie in het detecteren van NGT's bij volwassenen, ook al werden ze niet uitgevoerd door radiologen. Dit werd ook in andere gelijkaardige studies aangetoond. (17, 102, 106, 109) Door het gebrek aan misplaatste tubes kan echter niet bewezen worden dat echografie betrouwbaar is in het detecteren van fout geplaatste tubes.

Yildirim et al. tonen aan dat de sensitiviteit van echografie van de maag verhoogt bij het inspuiten van een lucht-vochtmengsel. (109) Dit onderzoek kan dit echter niet bevestigen. Dit kan toegeschreven worden aan het lage aantal patiënten waarbij dit toegepast werd. Het was wegens praktische beperkingen immers niet steeds mogelijk om zo'n mengsel in te spuiten waardoor deze populaties niet vergeleken kunnen worden.

Ook was echo van de hals niet steeds mogelijk, dit voornamelijk door de aanwezigheid van een centrale katheter aan de linkerkant van de hals. Indien dit wel mogelijk was, toonde dit onderzoek een hoge sensitiviteit en specificiteit (beide 100%).

4.2 Echografie van de hals

De waarde van echografie van de hals in het controleren van de correcte positie van de NGT is echter niet zo hoog. Het onderzoek kan enkel aantonen dat de NGT in de slokdarm geplaatst is, maar niet of deze voldoende diep zit en niet gekruld is. Dit onderzoek alleen is dus onvoldoende om de juiste locatie van de tube te bevestigen. Echo van de hals kan wel gebruikt worden als aanvulling indien de NGT niet in de maag kan gevisualiseerd worden, om te bevestigen dat de NGT zich in de slokdarm bevindt en niet in de luchtwegen. Indien dit het geval is, kan men kiezen om de tube verder op te schuiven, een duplex van de maag uit te voeren of een RX-thorax te nemen.

4.3 Echografie ten opzichte van andere methodes

In het literatuuronderzoek werden ook veel andere methodes besproken om de correcte positie van een NGT te bevestigen. Elk van deze methodes heeft echter z'n eigen beperkingen. Het bepalen van de pH van aspiraats is vaak niet mogelijk in de praktijk, aangezien maagzuurremmers frequent gebruikt worden. De sensitiviteit en specificiteit van deze methode liggen ook minder hoog dan bij echografie en de NGT kan niet gevisualiseerd worden waardoor men nooit met zekerheid kan stellen dat de tube diep genoeg zit of niet gekruld is over zijn verloop. Capnografie heeft hetzelfde nadeel. De diepte van de tube kan hierbij ook niet bevestigd worden en het risico voor vals positieven is te groot om deze methode alleenstaand te gebruiken. Het is al meermaals aangetoond dat het zien van bubbels of het ausculteren van de maag tijdens het inblazen van lucht onvoldoende effectieve methodes zijn en de NPSA stelt dan ook terecht dat deze beter niet gebruikt worden. Elektromagnetische tracking, de endoscopische plaatsing en de IRIS-technologie lijken veelbelovende technieken voor plaatsing en controle. Er zou nog meer onderzoek naar kunnen gebeuren met behulp van kosteneffectiviteitsstudies. Of deze methodes in de kliniek praktisch zijn, valt ook nog te bezien (cfr. 1.4.2 en 1.6).

4.4 Discussie van het protocol

Hoewel de specificiteit van zowel de echografie van de maag als duplex techniek 100% bedragen, wordt toch aangeraden om bij elke positieve echo nog een duplex uit te voeren. Dit vormt een extra bevestiging en daardoor zal men dus met meer zekerheid kunnen zeggen dat de NGT inderdaad gevisualiseerd is.

Wanneer echo van de maag en duplex beide positief zijn, kan besloten worden dat de NGT juist geplaatst is.

Indien de echo van de maag positief is en de duplex negatief, wordt aangeraden om een RX-thorax te nemen aangezien niet met voldoende zekerheid kan besloten worden dat de NGT juist gepositioneerd is. Er wordt niet aangeraden om een echo van de hals uit te voeren,

aangezien de echo van de maag reeds positief was. Een tweede duplex uitvoeren ter hoogte van de maag, na visualisatie van de NGT ter hoogte van de maag is mogelijk, maar niet erg praktisch. Omdat het welzijn van de patiënt steeds voor ogen wordt gehouden, is het belangrijk een RX-thorax te nemen indien men niet voldoende zeker is van de juiste positie bij echo van de maag en duplex.

4.5 Technische uitdagingen en bevindingen tijdens het onderzoek

De onderzoekers werden geconfronteerd met meerdere uitdagingen gedurende het onderzoek. Deze worden hier opgelijst zodat hier rekening mee kan gehouden worden in de toekomst.

Bij patiënten met verbanden of plakkers op het abdomen kan men de transducer er vlak naast plaatsen en schuin richten. Dit kan echter de visualisatie van de maag bemoeilijken.

Bij echo van het abdomen zal de maag niet altijd als een duidelijke cirkel te zien zijn. De reden hiervoor is dat de anatomische positie van de maag persoonsafhankelijk is. Het aanpassen van de inclinatie van de transducer kan de visualisatie verbeteren.

Een andere uitdaging bestaat uit het alleen uitvoeren van de duplex én het inspuiten van het water-luchtmengsel. Tegelijk moet het mengsel ingespoten worden, de transducer op de juiste plaats gehouden worden en het beeld op het scherm bekeken worden. De spuit dient op voorhand klaargemaakt te worden.

Veel structuren in de hals lopen parallel en kunnen op de NGT lijken. De NGT zal eerder diep te vinden zijn, hyperechogeen zijn en over een langere afstand te volgen.

De duur van de leercurve om de NGT te visualiseren door middel van echo lag bij de onderzoekers op ongeveer tien onderzoeken.

4.6 Beperkingen van het onderzoek

De echo's werden afgenomen door studenten zonder voorafgaande ervaring met echografie. Er werd wel een korte introductie gegeven door professor Dr. Kirsten Colpaert op IZ. Onderzoek heeft aangetoond dat de ervaring van de echografist de kwaliteit van het onderzoek kan beïnvloeden. (108) Het mengsel van fysiologisch water en lucht werd niet bij iedere patiënt ingespoten wegens praktische beperkingen. Dit onderzoek werd uitgevoerd tijdens de COVID-19 pandemie, waardoor niet altijd assistentie kon geboden worden aan de onderzoeker.

De onderzoekspopulatie was beperkt, de resultaten moeten dus nog op grotere schaal bevestigd worden.

Door het ontwerp van de studie kon niet geblindeerd worden om bias te verminderen.

De aanwezigheid van een echografisch detecteerbare maaginhoud kan de visualisatie van de NGT vergemakkelijken. Het volume van de maaginhoud was echter niet bij elke patiënt gelijk, waardoor bias mogelijk is. (98)

4.7 Aanbevelingen

Aangezien er geen vals positieve echo's afgenomen werden, zou het mogelijk kunnen zijn om RX te bewaren voor patiënten waar echo geen uitsluitsel kan geven. (17, 98, 102, 104-106, 110, 111) De kosteneffectiviteit van deze procedure dient nog onderzocht te worden. Door de kleine onderzoekspopulatie worden verdere onderzoeken met grotere populaties of meta-analyses aanbevolen om de resultaten te bevestigen.

Dit onderzoek beveelt echografie in de praktijk aan om de positie van de NGT te evalueren, dit volgens het hierboven beschreven protocol. Op de dienst Intensieve Zorg van het UZ Gent wordt echter dagelijks een RX-thorax genomen. Indien de NGT kort voor deze RX geplaatst is, wordt een echografie niet aanbevolen, aangezien RX-thorax nog steeds de gouden standaard is.

Een praktische handleiding om de NGT te lokaliseren met echografie wordt hoger beschreven (cfr. 2.2.2). Bijlage 1 bevat extra informatie bij het protocol met foto's.

5. Bibliografie

1. Adhikari NK, Fowler RA, Bhagwanjee S, Rubenfeld GD. Critical care and the global burden of critical illness in adults. *The Lancet*. 2010;376(9749):1339-46.
2. Cho S-H, Hwang JH, Kim J. Nurse staffing and patient mortality in intensive care units. *Nurs Res*. 2008;57(5):322-30.
3. Colpan A, Akinci E, Erbay A, Balaban N, Bodur H. Evaluation of risk factors for mortality in intensive care units: a prospective study from a referral hospital in Turkey. *American journal of infection control*. 2005;33(1):42-7.
4. Sciensano. COVID-19 - EPIDEMIOLOGISCH BULLETIN VAN 1 MEI 2021. *Sciensanobe2021*.
5. Ghahremani GG, Gould RJ. Nasoenteric feeding tubes. *Digestive diseases and sciences*. 1986;31(6):574-85.
6. Scott R, Bowling TE. Enteral tube feeding in adults. *JR Coll Physicians Edinb*. 2015;45(1):49-54.
7. Haslam D, Fang J. Enteral access for nutrition in the intensive care unit. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006;9(2):155-9.
8. Koekkoek KW, van Zanten AR. Nutrition in the critically ill patient. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2017;30(2):178-85.
9. Huang HH, Chang SJ, Hsu CW, Chang TM, Kang SP, Liu MY. Severity of illness influences the efficacy of enteral feeding route on clinical outcomes in patients with critical illness. *J Acad Nutr Diet*. 2012;112(8):1138-46.
10. Luo Y, Qian Y. Effect of combined parenteral and enteral nutrition for patients with a critical illness: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(3):e18778.
11. Heyland D. Nutritional support in the critically ill patient: a critical review of the evidence. *Critical care clinics*. 1998;14(3):423-40.
12. Moore FA, Feliciano DV, Andrassy RJ, McArdle AH, Booth F, Morgenstein-Wagner TB, et al. Early enteral feeding, compared with parenteral, reduces postoperative septic complications. The results of a meta-analysis. *Annals of surgery*. 1992;216(2):172.
13. Singer P, Berger MM, Van den Berghe G, Biolo G, Calder P, Forbes A, et al. ESPEN guidelines on parenteral nutrition: intensive care. *Clinical nutrition*. 2009;28(4):387-400.
14. Braunschweig CL, Levy P, Sheean PM, Wang X. Enteral compared with parenteral nutrition: a meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*. 2001;74(4):534-42.
15. Moore FA, Weisbrodt NW. Gut dysfunction and intolerance to enteral nutrition in critically ill patients. *Nestle Nutr Workshop Ser Clin Perform Programme*. 2003;8:149-65; discussion 65-70.
16. MacLaren R. Intolerance to intragastric enteral nutrition in critically ill patients: complications and management. *Pharmacotherapy*. 2000;20(12):1486-98.
17. Gubler C, Bauerfeind P, Vavricka SR, Mullhaupt B, Fried M, Wildi SM. Bedside sonographic control for positioning enteral feeding tubes: a controlled study in intensive care unit patients. *Endoscopy*. 2006;38(12):1256-60.
18. Itkin M, DeLegge MH, Fang JC, McClave SA, Kundu S, d'Othee BJ, et al. Multidisciplinary practical guidelines for gastrointestinal access for enteral nutrition and decompression from the Society of Interventional Radiology and American Gastroenterological Association (AGA) Institute, with endorsement by Canadian Interventional Radiological Association (CIRA) and Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe (CIRSE). *Gastroenterology*. 2011;141(2):742-65.
19. Kreymann K, Berger M, Deutz Ne, Hiesmayr M, Jolliet P, Kazandjiev G, et al. ESPEN guidelines on enteral nutrition: intensive care. *Clinical nutrition*. 2006;25(2):210-23.
20. Ichimaru S. Methods of Enteral Nutrition Administration in Critically Ill Patients: Continuous, Cyclic, Intermittent, and Bolus Feeding. *Nutr Clin Pract*. 2018;33(6):790-5.
21. Michel KE. Preventing and managing complications of enteral nutritional support. *Clin Tech Small Anim Pract*. 2004;19(1):49-53.
22. Crooks NH, Snaith C, Webster D, Gao F, Hawkey P. Clinical review: Probiotics in critical care. *Critical Care*. 2012;16(6):1-12.

23. Besselink MG, van Santvoort HC, Buskens E, Boermeester MA, van Goor H, Timmerman HM, et al. Probiotic prophylaxis in predicted severe acute pancreatitis: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *The Lancet*. 2008;371(9613):651-9.
24. Luft VC, Beghetto MG, de Mello ED, Polanczyk CA. Role of enteral nutrition in the incidence of diarrhea among hospitalized adult patients. *Nutrition*. 2008;24(6):528-35.
25. deBrito-Ashurst I, Preiser JC. Diarrhea in Critically Ill Patients: The Role of Enteral Feeding. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2016;40(7):913-23.
26. Baskin WN. Acute complications associated with bedside placement of feeding tubes. *Nutr Clin Pract*. 2006;21(1):40-55.
27. Edes TE, Walk BE, Austin JL. Diarrhea in tube-fed patients: feeding formula not necessarily the cause. *Am J Med*. 1990;88(2):91-3.
28. Marvin RG, McKinley BA, McQuiggan M, Cocanour CS, Moore FA. Nonocclusive bowel necrosis occurring in critically ill trauma patients receiving enteral nutrition manifests no reliable clinical signs for early detection. *Am J Surg*. 2000;179(1):7-12.
29. Lord LM. Enteral Access Devices: Types, Function, Care, and Challenges. *Nutr Clin Pract*. 2018;33(1):16-38.
30. McGinnis CM, Worthington P, Lord LM. Nasogastric versus feeding tubes in critically ill patients. *Critical care nurse*. 2010;30(6):80-2.
31. Gentilello LM, Cortes V, Castro M, Byers PM. Enteral nutrition with simultaneous gastric decompression in critically ill patients. *Critical care medicine*. 1993;21(3):392-5.
32. Pearce C, Duncan H. Enteral feeding. Nasogastric, nasojejunal, percutaneous endoscopic gastrostomy, or jejunostomy: its indications and limitations. *Postgraduate Medical Journal*. 2002;78(918):198-204.
33. Brody H, Hermer LD, Scott LD, Grumbles LL, Kutac JE, McCammon SD. Artificial nutrition and hydration: the evolution of ethics, evidence, and policy. *J Gen Intern Med*. 2011;26(9):1053-8.
34. Taylor S, Allan K, McWilliam H, Manara A, Brown J, Toher D, et al. Confirming nasogastric tube position with electromagnetic tracking versus pH or X-ray and tube radio-opacity. *Br J Nurs*. 2014;23(7):352, 4-8.
35. Sanaie S, Mahmoodpoor A, Najafi M. Nasogastric tube insertion in anaesthetized patients: a comprehensive review. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2017;49(1):57-65.
36. Metheny NA, Krieger MM, Healey F, Meert KL. A review of guidelines to distinguish between gastric and pulmonary placement of nasogastric tubes. *Heart Lung*. 2019;48(3):226-35.
37. Appukutty J, Shroff PP. Nasogastric tube insertion using different techniques in anesthetized patients: a prospective, randomized study. *Anesthesia and analgesia*. 2009;109(3):832-5.
38. Mahajan R, Gupta R, Sharma A. Role of neck flexion in facilitating nasogastric tube insertion. *Anesthesiology*. 2005;103(2):446-7.
39. Bong CL, Macachor JD, Hwang NC. Insertion of the nasogastric tube made easy. *Anesthesiology*. 2004;101(1):266.
40. Chun DH, Kim NY, Shin YS, Kim SH. A randomized, clinical trial of frozen versus standard nasogastric tube placement. *World journal of surgery*. 2009;33(9):1789-92.
41. de Aguiar-Nascimento JE, Kudsk KA. Clinical costs of feeding tube placement. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2007;31(4):269-73.
42. Sparks DA, Chase DM, Coughlin LM, Perry E. Pulmonary complications of 9931 narrow-bore nasoenteric tubes during blind placement: a critical review. *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition*. 2011;35(5):625-9.
43. Sorokin R, Gottlieb JE. Enhancing patient safety during feeding-tube insertion: a review of more than 2000 insertions. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2006;30(5):440-5.
44. Marderstein EL, Simmons RL, Ochoa JB. Patient safety: effect of institutional protocols on adverse events related to feeding tube placement in the critically ill. *J Am Coll Surg*. 2004;199(1):39-47; discussion -50.

45. Agency NPS. Patient Safety Alert NPSA/2011/PSA002: Reducing the harm caused by misplaced nasogastric feeding tubes in adults, children and infants. National Patient Safety Agency London; 2011.
46. Taylor SJ, Allan K, McWilliam H, Toher D. Nasogastric tube depth: the 'NEX' guideline is incorrect. *Br J Nurs*. 2014;23(12):641-4.
47. Ratzlaff HC, Heaslip JE, Rothwell ES. Factors affecting nasogastric tube insertion. *Critical care medicine*. 1984;12(1):52-3.
48. Najafi M, Golzari SE. SORT maneuver for nasogastric tube insertion. *Anaesthesia*. 2016;71(3):351.
49. Sanaie S, Mirzalou N, Shadvar K, Golzari SEJ, Soleimanpour H, Shamekh A, et al. A comparison of nasogastric tube insertion by SORT maneuver (sniffing position, NGT orientation, contralateral rotation, and twisting movement) versus neck flexion lateral pressure in critically ill patients admitted to ICU: a prospective randomized clinical trial. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):79.
50. Shastri YM, Shirodkar M, Mallath MK. Endoscopic feeding tube placement in patients with cancer: a prospective clinical audit of 2055 procedures in 1866 patients. *Aliment Pharmacol Ther*. 2008;27(8):649-58.
51. Powers J, Luebbehusen M, Aguirre L, Cluff J, David MA, Holly V, et al. Improved Safety and Efficacy of Small-Bore Feeding Tube Confirmation Using an Electromagnetic Placement Device. *Nutr Clin Pract*. 2018;33(2):268-73.
52. Bercik P, Schlageter V, Mauro M, Rawlinson J, Kucera P, Armstrong D. Noninvasive verification of nasogastric tube placement using a magnet-tracking system: a pilot study in healthy subjects. *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition*. 2005;29(4):305-10.
53. Gao X, Zhang L, Zhao J, Tian F, Sun H, Wang P, et al. Bedside electromagnetic-guided placement of nasoenteral feeding tubes among critically ill patients: A single-centre randomized controlled trial. *J Crit Care*. 2018;48:216-21.
54. Gok F, Kilicaslan A, Yosunkaya A. Ultrasound-guided nasogastric feeding tube placement in critical care patients. *Nutrition in Clinical Practice*. 2015;30(2):257-60.
55. Mizzi A, Cozzi S, Beretta L, Greco M, Braga M. Real-time image-guided nasogastric feeding tube placement: A case series using Kangaroo with IRIS Technology in an ICU. *Nutrition*. 2017;37:48-52.
56. Pillai JB, Vegas A, Brister S. Thoracic complications of nasogastric tube: review of safe practice. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2005;4(5):429-33.
57. George DL, Falk PS, Umberto Meduri G, Leeper KV, Jr., Wunderink RG, Steere EL, et al. Nosocomial sinusitis in patients in the medical intensive care unit: a prospective epidemiological study. *Clin Infect Dis*. 1998;27(3):463-70.
58. Patrick PG, Marulendra S, Kirby DF, DeLegge MH. Endoscopic nasogastric-jejunal feeding tube placement in critically ill patients. *Gastrointestinal endoscopy*. 1997;45(1):72-6.
59. Powell KS, Marcuard SP, Farrow ES, Gallagher ML. Aspirating gastric residuals causes occlusion of small-bore feeding tubes. *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition*. 1993;17(3):243-6.
60. Agarwal A, Gaur A, Sahu D, Singh PK, Pandey CK. Nasogastric tube knotting over the epiglottis: a cause of respiratory distress. *Anesth Analg*. 2002;94(6):1659-60, table of contents.
61. Monib S, Elkorety M, Jibrin U, Dhungana D, Thomson S. Knotted nasogastric tube: a rare, overlooked yet preventable complication. *J Surg Case Rep*. 2019;2019(10):rjz290.
62. Chavda V, Alhammali T, Farrant J, Naidu L, El-Rabaa S. Nasogastric tube knotting: a rare and potentially overlooked complication among healthcare professionals. *BMJ Case Rep*. 2017;2017.
63. Santhanam V, Margaron M. Removal of self-knotted nasogastric tube: technical note. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008;37(4):384-5.
64. Tai CM, Wang HP, Lee CT, Chang CY, Wang WL, Tseng CH, et al. Esophageal obstruction by a tangled nasogastric tube. *Gastrointestinal endoscopy*. 2010;72(5):1057-8.

65. Wright S, Warusavitarne J, Shaikh I. Safe removal of knotted nasogastric tubes. *Nursing Times*. 2014;110(43):16-7.
66. Williams A, Liddle D, Singh AK. A knotted nasogastric tube. *Anesth Essays Res*. 2011;5(1):109-10.
67. Ravind R, Prameela CG, Gurram BC, Dinesh M. Naughty knot: a case of nasogastric tube knotting. *BMJ case reports*. 2015;2015.
68. Metheny NA, Meert KL, Clouse RE. Complications related to feeding tube placement. *Curr Opin Gastroenterol*. 2007;23(2):178-82.
69. LMiller S. Capnometry vs pH testing in nasogastric tube placement. *Gastrointestinal Nursing*. 2011;9(2):30-3.
70. Paparoupa M, Yan Y, Möller M, Schuppert F. Nasogastric tube ending in the right pleura of an intubated patient. *Intensive Care Med*. 2019;45(4):523-4.
71. Sankar V, Shakeel M, Keh S, Ah-See KW. A case of a 'lost' nasogastric tube. *J Laryngol Otol*. 2012;126(12):1296-8.
72. Koo S. Nasogastric tube check, easy or not? *BMJ Case Rep*. 2016;2016.
73. Takwoingi YM. Inadvertent insertion of a nasogastric tube into both main bronchi of an awake patient: a case report. *Cases J*. 2009;2:6914.
74. Fonseca VR, Domingos G, Alves P, Ribeiro R. Placement of nasogastric tube complicated by hydropneumothorax. *Intensive Care Med*. 2015;41(11):1969-70.
75. Johnstone JC, Leung JS, Friedman JN. Nasogastric tube misadventures. *Clin Pediatr (Phila)*. 2011;50(10):983-6.
76. Mohiuddin SA, AlKaabi S, Butt T, Yakoob R, Khanna M. Down the wrong road - a case report of inadvertent nasogastric tube insertion leading to lung laceration and important pearls to avoid complications. *Qatar Med J*. 2016;2016(2):12.
77. Improvement N. Never Events list 2018. 2018.
78. Metheny NA, Clouse RE, Chang YH, Stewart BJ, Oliver DA, Kollef MH. Tracheobronchial aspiration of gastric contents in critically ill tube-fed patients: frequency, outcomes, and risk factors. *Crit Care Med*. 2006;34(4):1007-15.
79. Seguin P, Le Bouquin V, Aguilon D, Maurice A, Laviolle B, Mallédant Y. [Testing nasogastric tube placement: evaluation of three different methods in intensive care unit]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2005;24(6):594-9.
80. Isik A, Firat D, Peker K, Sayar I, Idiz O, Soytürk M. A case report of esophageal perforation: Complication of nasogastric tube placement. *Am J Case Rep*. 2014;15:168-71.
81. Ryom P, Ravn JB, Penninga L, Schmidt S, Iversen MG, Skov-Olsen P, et al. Aetiology, treatment and mortality after oesophageal perforation in Denmark. *Dan Med Bull*. 2011;58(5):A4267.
82. Vidarsdottir H, Blondal S, Alfredsson H, Geirsson A, Gudbjartsson T. Oesophageal perforations in Iceland: a whole population study on incidence, aetiology and surgical outcome. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;58(8):476-80.
83. Mileder LP, Müller M, Reiterer F, Pilhatsch A, Gürtl-Lackner B, Urlsberger B, et al. Esophageal Perforation with Unilateral Fluidothorax Caused by Nasogastric Tube. *Case Rep Pediatr*. 2016;2016:4103734.
84. Tawfic QA, Bhakta P, Date RR, Sharma PK. Esophageal bezoar formation due to solidification of enteral feed administered through a malpositioned nasogastric tube: case report and review of the literature. *Acta Anaesthesiol Taiwan*. 2012;50(4):188-90.
85. Janicki A, Van Ginkel C, Cohn J. Gastric Perforation Following Nasogastric Intubation in an Elderly Male. *R I Med J (2013)*. 2015;98(9):45-6.
86. Allen F, Riopelle J, Sinha A. Case report: intracranial placement of a nasotracheal tube in a patient with Goldenhar syndrome associated with cribriform plate agenesis. *Anesth Analg*. 2011;112(1):198-200.

87. Ferreras J, Junquera LM, García-Consuegra L. Intracranial placement of a nasogastric tube after severe craniofacial trauma. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;90(5):564-6.
88. Hanna AS, Grindle CR, Patel AA, Rosen MR, Evans JJ. Inadvertent insertion of nasogastric tube into the brain stem and spinal cord after endoscopic skull base surgery. *Am J Otolaryngol.* 2012;33(1):178-80.
89. Psarras K, Lalountas MA, Symeonidis NG, Baltatzis M, Pavlidis ET, Ballas K, et al. Inadvertent insertion of a nasogastric tube into the brain: case report and review of the literature. *Clin Imaging.* 2012;36(5):587-90.
90. Rahimi-Movaghar V, Boroojeny SB, Moghtaderi A, Keshmirian B. Intracranial placement of a nasogastric tube. A lesson to be re-learned? *Acta Neurochir (Wien).* 2005;147(5):573-4; discussion 4.
91. Zhang X, Ji T, Chen L, Yang J, Huang G. Nasogastric Tube Feeding into Brain After Endoscopic Endonasal Transsphenoidal Surgery. *World Neurosurg.* 2019;132:4-6.
92. Adler JS, Graeb DA, Nugent RA. Inadvertent intracranial placement of a nasogastric tube in a patient with severe head trauma. *Cmaj.* 1992;147(5):668-9.
93. Viteri G, Larrache J, Díaz ML, Alcalde JM, Lopez-Olaondo L, Bilbao JI. Nasogastric tube found in the right atrium. *J Vasc Interv Radiol.* 2012;23(5):721-2.
94. Longo MA. Best evidence: nasogastric tube placement verification. *J Pediatr Nurs.* 2011;26(4):373-6.
95. Durai R, Venkatraman R, Ng P. Nasogastric tubes. 1: Insertion technique and confirming the correct position. *Nursing times.* 2009;105(16):12-3.
96. Fan EMP, Tan SB, Ang SY. Nasogastric tube placement confirmation: Where we are and where we should be heading. *Proceedings of Singapore Healthcare.* 2017;26(3):189-95.
97. Taylor SJ. Confirming nasogastric feeding tube position versus the need to feed. *Intensive Crit Care Nurs.* 2013;29(2):59-69.
98. Chenaitia H, Brun P-M, Querellou E, Leyral J, Bessereau J, Aimé C, et al. Ultrasound to confirm gastric tube placement in prehospital management. *Resuscitation.* 2012;83(4):447-51.
99. Irving SY, Lyman B, Northington L, Bartlett JA, Kemper C. Nasogastric tube placement and verification in children: review of the current literature. *Nutr Clin Pract.* 2014;29(3):267-76.
100. Irving SY, Rempel G, Lyman B, Sevilla WMA, Northington L, Guenter P. Pediatric Nasogastric Tube Placement and Verification: Best Practice Recommendations From the NOVEL Project. *Nutr Clin Pract.* 2018;33(6):921-7.
101. Atalay YO, Aydin R, Ertugrul O, Gul SB, Polat AV, Paksu MS. Does Bedside Sonography Effectively Identify Nasogastric Tube Placements in Pediatric Critical Care Patients? *Nutr Clin Pract.* 2016;31(6):805-9.
102. Dağlı R, Bayır H, Dadalı Y, Tokmak TT, Erbesler ZA. Role of Ultrasonography in Detecting the Localisation of the Nasoenteric Tube. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2017;45(2):103-7.
103. Srinivasan S, Cornell TT. Bedside ultrasound in pediatric critical care: a review. *Pediatric Critical Care Medicine.* 2011;12(6):667.
104. Vigneau C, Baudel J-L, Guidet B, Offenstadt G, Maury E. Sonography as an alternative to radiography for nasogastric feeding tube location. *Intensive care medicine.* 2005;31(11):1570-2.
105. Kim HM, So BH, Jeong WJ, Choi SM, Park KN. The effectiveness of ultrasonography in verifying the placement of a nasogastric tube in patients with low consciousness at an emergency center. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2012;20:38.
106. Lin T, Gifford W, Lan Y, Qin X, Liu X, Wang J, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography for detecting nasogastric tube (NGT) placement in adults: A systematic review and meta analysis. *Int J Nurs Stud.* 2017;71:80-8.
107. Claiborne MK, Gross T, McGreevy J, Riemann M, Temkit M, Augenstein J. Point-of-Care Ultrasound for Confirmation of Nasogastric and Orogastric Tube Placement in Pediatric Patients. *Pediatr Emerg Care.* 2020.

108. Metheny NA. Insufficient evidence to support ultrasonography as a method to rule out an improperly positioned nasogastric tube. *Evid Based Nurs.* 2018;21(3):79.
109. Yıldırım Ç, Coşkun S, Gökhan Ş, Pamukçu Günaydın G, Özhasenekler A, Özkula U. Verifying the Placement of Nasogastric Tubes at an Emergency Center: Comparison of Ultrasound with Chest Radiograph. *Emerg Med Int.* 2018;2018:2370426.
110. Zatelli M, Vezzali N. 4-Point ultrasonography to confirm the correct position of the nasogastric tube in 114 critically ill patients. *Journal of ultrasound.* 2017;20(1):53-8.
111. Brun P-M, Chenaitia H, Lablanche C, Pradel A-L, Deniel C, Bessereau J, et al. 2-point ultrasonography to confirm correct position of the gastric tube in prehospital setting. *Military medicine.* 2014;179(9):959-63.
112. Neumann MJ, Meyer CT, Dutton JL, Smith R. Hold that x-ray: aspirate pH and auscultation prove enteral tube placement. *J Clin Gastroenterol.* 1995;20(4):293-5.
113. Boeykens K, Steeman E, Duysburgh I. Reliability of pH measurement and the auscultatory method to confirm the position of a nasogastric tube. *Int J Nurs Stud.* 2014;51(11):1427-33.
114. Simons SR, Abdallah LM. Bedside assessment of enteral tube placement: aligning practice with evidence. *Am J Nurs.* 2012;112(2):40-6; quiz 8, 7.
115. Metheny NA, Stewart BJ, Smith L, Yan H, Diebold M, Clouse RE. pH and concentration of bilirubin in feeding tube aspirates as predictors of tube placement. *Nurs Res.* 1999;48(4):189-97.
116. Bourgault AM, Halm MA. Feeding tube placement in adults: safe verification method for blindly inserted tubes. *American Journal of Critical Care.* 2009;18(1):73-6.
117. Rowat AM, Graham C, Dennis M. Study to determine the likely accuracy of pH testing to confirm nasogastric tube placement. *BMJ Open Gastroenterol.* 2018;5(1):e000211.
118. Muslu B, Demircioglu RI, Gözdemir M, Usta B. Comparison of neck ultrasonography with a pH meter to confirm correct position of nasogastric tube. *Clin Invest Med.* 2016;39(6):27520.
119. Anderson O, Carr R, Harbinson M, Hanna GB. Development and validation of a lipase nasogastric tube position test. *BMJ Open Gastroenterol.* 2016;3(1):e000064.
120. Taylor SJ, Clemente R. Confirmation of nasogastric tube position by pH testing. *J Hum Nutr Diet.* 2005;18(5):371-5.
121. Gilbertson HR, Rogers EJ, Ukoumunne OC. Determination of a practical pH cutoff level for reliable confirmation of nasogastric tube placement. *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition.* 2011;35(4):540-4.
122. Rowat AM, Graham C, Dennis M. Diagnostic accuracy of a pH stick, modified to detect gastric lipase, to confirm the correct placement of nasogastric tubes. *BMJ Open Gastroenterol.* 2018;5(1):e000218.
123. Fordtran JS, Walsh JH. Gastric acid secretion rate and buffer content of the stomach after eating. Results in normal subjects and in patients with duodenal ulcer. *J Clin Invest.* 1973;52(3):645-57.
124. Lanás A, Artal A, Blás JM, Arroyo MT, Lopez-Zaborras J, Sáinz R. Effect of parenteral omeprazole and ranitidine on gastric pH and the outcome of bleeding peptic ulcer. *J Clin Gastroenterol.* 1995;21(2):103-6.
125. Metheny NA. Inadvertent intracranial nasogastric tube placement. *Am J Nurs.* 2002;102(8):25-7.
126. Sahn SA. State of the art. The pleura. *Am Rev Respir Dis.* 1988;138(1):184-234.
127. Mise K, Capkun V, Jurcev-Savicevic A, Sundov Z, Bradaric A, Mladinov S. The influence of gastroesophageal reflux in the lung: a case-control study. *Respirology.* 2010;15(5):837-42.
128. Borsci S, Buckle P, Huddy J, Alaestante Z, Ni Z, Hanna GB. Usability study of pH strips for nasogastric tube placement. *PloS one.* 2017;12(11):e0189013.
129. Fernandez RS, Chau JP, Thompson DR, Griffiths R, Lo HS. Accuracy of biochemical markers for predicting nasogastric tube placement in adults--a systematic review of diagnostic studies. *Int J Nurs Stud.* 2010;47(8):1037-46.

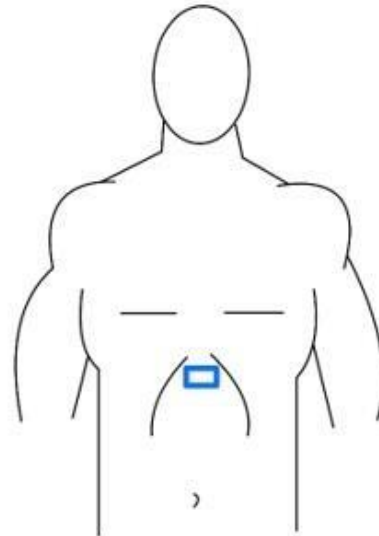
130. Metheny NA, Smith L, Stewart BJ. Development of a reliable and valid bedside test for bilirubin and its utility for improving prediction of feeding tube location. *Nurs Res.* 2000;49(6):302-9.
131. Metheny NA, Stewart BJ, Smith L, Yan H, Diebold M, Clouse RE. pH and concentrations of pepsin and trypsin in feeding tube aspirates as predictors of tube placement. *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition.* 1997;21(5):279-85.
132. Munera-Seeley V, Ochoa JB, Brown N, Bayless A, Correia MI, Bryk J, et al. Use of a colorimetric carbon dioxide sensor for nasoenteric feeding tube placement in critical care patients compared with clinical methods and radiography. *Nutr Clin Pract.* 2008;23(3):318-21.
133. Chau JP, Lo SH, Thompson DR, Fernandez R, Griffiths R. Use of end-tidal carbon dioxide detection to determine correct placement of nasogastric tube: a meta-analysis. *Int J Nurs Stud.* 2011;48(4):513-21.
134. Burns SM, Carpenter R, Blevins C, Bragg S, Marshall M, Browne L, et al. Detection of inadvertent airway intubation during gastric tube insertion: Capnography versus a colorimetric carbon dioxide detector. *American journal of critical care : an official publication, American Association of Critical-Care Nurses.* 2006;15(2):188-95.
135. Mordiffi SZ, Goh ML, Phua J, Chan YH. Confirming nasogastric tube placement: Is the colorimeter as sensitive and specific as X-ray? A diagnostic accuracy study. *Int J Nurs Stud.* 2016;61:248-57.
136. Bennetzen LV, Håkonsen SJ, Svenningsen H, Larsen P. Diagnostic accuracy of methods used to verify nasogastric tube position in mechanically ventilated adult patients: a systematic review. *JBI Database System Rev Implement Rep.* 2015;13(1):188-223.
137. Howes DW, Shelley ES, Pickett W. Colorimetric carbon dioxide detector to determine accidental tracheal feeding tube placement. *Can J Anaesth.* 2005;52(4):428-32.
138. Kindopp AS, Drover JW, Heyland DK. Capnography confirms correct feeding tube placement in intensive care unit patients. *Can J Anaesth.* 2001;48(7):705-10.
139. Elpern EH, Killeen K, Talla E, Perez G, Gurka D. Capnometry and air insufflation for assessing initial placement of gastric tubes. *American journal of critical care : an official publication, American Association of Critical-Care Nurses.* 2007;16(6):544-9; quiz 50.
140. Meyer P, Henry M, Maury E, Baudel JL, Guidet B, Offenstadt G. Colorimetric capnography to ensure correct nasogastric tube position. *J Crit Care.* 2009;24(2):231-5.
141. Boyes RJ, Kruse JA. Nasogastric and nasoenteric intubation. *Critical care clinics.* 1992;8(4):865-78.
142. Bowers S. Tubes: a nurse's guide to enteral feeding devices. *Medsurg Nurs.* 1996;5(5):313-24; quiz 25-6.
143. Welch SK. Certification of staff nurses to insert enteral feeding tubes using a research-based procedure. *Nutr Clin Pract.* 1996;11(1):21-7.
144. Raff MH, Cho S, Dale R. A technique for positioning nasoenteral feeding tubes. *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition.* 1987;11(2):210-3.
145. Prasad G, Garg R. The 'bubble technique': an innovative technique for confirming correct nasogastric tube placement. *J Clin Anesth.* 2011;23(1):84-5.
146. Chang JL, Melnick B, Bedger RC, Bleyaert AL. Inadvertent endobronchial intubation with nasogastric tube. Occurrence after head and neck surgery. *Arch Otolaryngol.* 1982;108(8):528-9.
147. Metheny N, Dettenmeier P, Hampton K, Wiersema L, Williams P. Detection of inadvertent respiratory placement of small-bore feeding tubes: a report of 10 cases. *Heart & lung : the journal of critical care.* 1990;19(6):631-8.
148. Agency NPS. Reducing Harm Caused by the Misplacement of Nasogastric Feeding Tubes. NPSA London, UK; 2005.
149. Turgay AS, Khorshid L. Effectiveness of the auscultatory and pH methods in predicting feeding tube placement. *J Clin Nurs.* 2010;19(11-12):1553-9.
150. Metheny N, Wehrle MA, Wiersema L, Clark J. Testing feeding tube placement. Auscultation vs. pH method. *Am J Nurs.* 1998;98(5):37-42; quiz -3.

151. Benya R, Langer S, Mobarhan S. Flexible nasogastric feeding tube tip malposition immediately after placement. *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition*. 1990;14(1):108-9.
152. Hendry PJ, Akyurekli Y, McIntyre R, Quarrington A, Keon WJ. Bronchopleural complications of nasogastric feeding tubes. *Critical care medicine*. 1986;14(10):892-4.
153. Hand RW, Kempster M, Levy JH, Rogol PR, Spirn P. Inadvertent transbronchial insertion of narrow-bore feeding tubes into the pleural space. *Jama*. 1984;251(18):2396-7.
154. Dobranowski J, Fitzgerald JM, Baxter F, Woods D. Incorrect positioning of nasogastric feeding tubes and the development of pneumothorax. *Can Assoc Radiol J*. 1992;43(1):35-9.
155. McWey RE, Curry NS, Schabel SI, Reines HD. Complications of nasoenteric feeding tubes. *Am J Surg*. 1988;155(2):253-7.
156. Metheny NA, Stewart BJ. Testing feeding tube placement during continuous tube feedings. *Appl Nurs Res*. 2002;15(4):254-8.
157. Paul V, Shenoy A, Kupfer Y, Tessler S. Pneumothorax occurring after nasogastric tube removal. *BMJ Case Rep*. 2013;2013.
158. Winterholler M, Erbguth FJ. Accidental pneumothorax from a nasogastric tube in a patient with severe hemineglect: a case report. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(8):1173-4.
159. Bear DE, Champion A, Lei K, Smith J, Beale R, Camporota L, et al. Use of an Electromagnetic Device Compared With Chest X-ray to Confirm Nasogastric Feeding Tube Position in Critical Care. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2016;40(4):581-6.
160. vragen-factuur. Available from: <https://www.uzgent.be/nl/patienten/betaling/vragen-factuur/Paginas/default.aspx>.
161. Piton G, Parel R, Delabrousse E, Capellier G. Echography for nasogastric tube placement verification. *Eur J Clin Nutr*. 2017;71(5):669-70.

6. Bijlage 1 - echo protocol met foto's

Ontbloot het abdomen

Convexe transducer transversaal onder het xiphoïd



Moeilijkheden: bij patiënten met verbanden of plakkers op het abdomen kan men de transducer er vlak naast plaatsen en schuin richten.

Visualiseer de linker levertop



Zoek de maag caudaal en links lateraal van de levertop

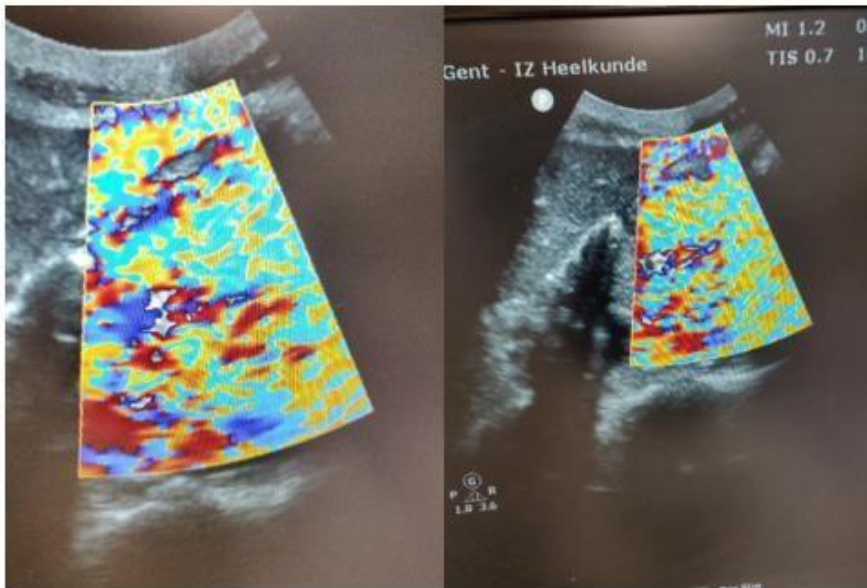


Moeilijkheden: vaak zie je de maag niet als mooie cirkel. De inclinatie van de transducer en de positie van de maag bepalen of je de maag ziet als cirkel of eerder als zak.

Zoek het lumen van de NGT in de maag



Lumen gevisualiseerd in de maag: Duplex techniek



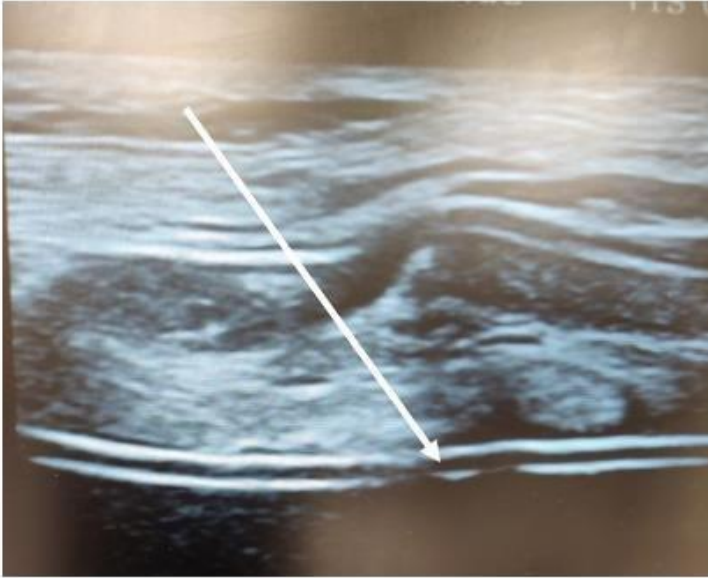
Moeilijkheden: het kan uitdagend zijn om de transducer op dezelfde plaats te houden terwijl je het mengsel inspuit.

Lumen niet gevisualiseerd in de maag: Lineaire transducer craniocaudaal in de nek links



Moeilijkheden: duw niet te hard om geen vagale respons uit te lokken. Veel structuren in de hals lopen parallel en kunnen op de NGT lijken. De NGT zal eerder diep te vinden zijn, hyperechogeen zijn en over een langere afstand te volgen.

Lumen gevisualiseerd in de hals: schuif de tube verder indien mogelijk en zoek het lumen van de NGT in de maag en voer de duplex techniek uit



7. Bijlage 2 - Informed consent formulier

Informatiebrief voor de deelnemers aan een experiment

Titel van de studie: Evaluatie correcte positie maagsonde door middel van echografie bij kritiek zieke patiënten

Beste,

U wordt uitgenodigd om deel te nemen aan een klinische studie. Neem, voor u beslist deel te nemen aan deze studie, voldoende tijd om deze informatiebrief aandachtig te lezen en dit te bespreken met de arts-onderzoeker of zijn/haar vertegenwoordiger, of met andere mensen. Neem ook de tijd om vragen te stellen indien er onduidelijkheden zijn of indien u bijkomende informatie wenst. Dit proces wordt 'informed consent' of 'geïnformeerde toestemming' genoemd. Eens u beslist heeft om deel te nemen aan de studie zal men u vragen om het toestemmingsformulier achteraan deze bundel te ondertekenen.

1. Wat is het doel van de studie?

Wij nodigen u uit om deel te nemen aan een klinische studie met als doel het volgende:

Met dit onderzoek zouden we willen testen of er met een echografie kan geverifieerd worden of uw maagsonde correct geplaatst is. Tot nu toe werd dit steeds met radiografische foto's gedaan. Deze zorgen echter voor een dosis kankerverwekkende straling en kunnen niet op elk moment van de dag genomen worden.

Echografie daarentegen kan op ieder moment van de dag of nacht uitgevoerd worden waardoor het voedingsschema meer geoptimaliseerd en sneller gestart kan worden. Ook worden bij echografie geen kankerverwekkende stralen gebruikt.

De opdrachtgever van deze studie is Prof. Dr. Kirsten Colpaert. Ook zullen twee studenten geneeskunde deel uitmaken van het onderzoeksteam.

2. Wat houdt deelname aan de studie in voor u?

In het kader van uw deelname aan de studie en rekening houdend met uw medische situatie, zal een deel van de bezoeken en onderzoeken die we zullen beschrijven, deel uitmaken van de standaardzorgen in ons ziekenhuis terwijl anderen opgelegd worden door de studie.

Bij patiënten op de dienst Intensieve Zorg wordt soms een maagsonde geplaatst om medicatie en voeding te kunnen toedienen. Zo dient de patiënt niet zelf te kunnen slikken. Deze sonde dient, afhankelijk van het type maagsonde, na een aantal dagen vernieuwd te worden. Ze moet dus steeds opnieuw geplaatst worden. In andere instanties kan het noodzakelijk zijn om een ander type maagsonde te plaatsen (en dus ook weer de vorige te vervangen). Ook is het mogelijk dat de sonde per ongeluk wordt verwijderd door de patiënt. Om voorgaande redenen dient de correcte positie van deze sonde dus steeds opnieuw geëvalueerd te worden. Dit gebeurt heden ten dage door middel van radiologische foto's. Radiologische foto's maken van de borststreek zorgt echter voor een extra dosis kankerverwekkende straling voor de patiënt. Ook is het niet mogelijk om voeding via de maagsonde toe te dienen, zolang deze controle radiografie niet gebeurd is. Dit kan bij sommige patiënten leiden tot onvoldoende voeding.

Wij willen onderzoeken of we deze radiografische foto's kunnen vervangen door echografie. Echografie maakt gebruik van geluidsgolven die zich door het lichaam verplaatsen en die op grensvlakken tussen zachte en hardere structuren gereflecteerd worden. Dit zorgt ervoor dat structuren in het lichaam in beeld kunnen worden gebracht. Deze geluidsgolven hebben geen kankerverwekkende eigenschappen en een echografie kan binnen de 10 minuten afgenomen worden. Er zal tevens worden nagekeken of een combinatie van evaluaties van correcte positionering (lucht inspuiten, maagvocht aanzuigen, echografie) deze evaluatie optimaliseren.

U zult dus volgens de standaardrichtlijnen een radiografische foto van de thorax krijgen om de goede plaatsing van uw maagsonde te bevestigen. Er zal voor deze studie een extra echografie genomen worden, om te onderzoeken of de plaatsing van de maagsonde via deze methode kan bevestigd worden.

Gegevens uit uw elektronisch patiëntendossier zullen verzameld en gebruikt worden conform de privacyrichtlijnen.

3. Hoeveel patiënten zullen aan deze studie deelnemen?

Er zullen in totaal 50 personen aan deze studie deelnemen.

4. Wat is de duur van deze studie?

De verwachte duur van de echografie is 10 minuten. Deze zal slechts éénmalig afgenomen worden, ook indien u meerdere keer een maagsonde geplaatst krijgt. De echografie is het enige onderzoek die u zal ondergaan in deze studie. Hierna zal u geen verdere onderzoeken moeten ondergaan.

De totale duur van de studie bedraagt één jaar (tot 31 oktober 2021). De gegevens uit uw elektronisch patiënten dossier zullen tot die datum bijgehouden en gebruikt worden conform de privacyrichtlijnen.

U zal echter geen speciale opvolging nodig hebben voor deze studie en uw deelname zal dus ongeveer 10 minuten van uw tijd vergen. Uw deelname aan de studie omvat geen extra bezoeken in vergelijking met een behandeling zonder deelname aan de studie.

5. Wat wordt verwacht van de DEELNEMER?

Voor het welslagen van de studie, is het uitermate belangrijk dat u volledig meewerkt met de arts en dat u zijn/haar instructies nauwlettend opvolgt. Daarnaast geeft u toestemming dat het elektronisch patiëntendossier wordt ingekeken conform de privacyrichtlijnen.

Bovendien moet u onderstaande items respecteren:

U bent 18+

U bent niet zwanger

6. Wat zijn uw rechten bij deelname aan deze studie?

De deelname aan deze studie is volledig vrijwillig, er kan op geen enkele manier sprake zijn van dwang. U kunt weigeren om deel te nemen aan de studie en u kunt zich op elk ogenblik terugtrekken uit de studie zonder dat u hiervoor een reden moet opgeven en zonder dat dit op enige wijze een invloed zal hebben op uw behandeling of de verdere relatie met de behandelende arts. Dit zal ook geen negatieve invloed hebben op de kwaliteit van de zorgen en uw verdere opvolging.

Uw deelname aan deze studie zal beëindigd worden als de arts meent dat dit in uw belang is. U kan ook voortijdig uit de studie teruggetrokken worden door de onderzoeker als u de in deze informatiebrief beschreven procedures niet goed opvolgt of u de beschreven items niet respecteert.

Indien u uit de studie gehaald wordt, zullen de reeds verzamelde gepseudonimiseerde gegevens in de databank blijven voor analyse, maar er zal geen nieuwe data toegevoegd worden.

Deze studie werd vooraf goedgekeurd door een onafhankelijke Commissie voor Medische Ethiek verbonden aan het Universitair Ziekenhuis van Gent en de Universiteit Gent. De studie wordt uitgevoerd volgens de richtlijnen voor de goede klinische praktijk (ICH/GCP) en de verklaring van Helsinki opgesteld ter bescherming van mensen deelnemend aan klinische studies. In geen geval dient u de goedkeuring door de Commissie voor Medische Ethiek te beschouwen als een aanzet tot deelname aan deze studie.

6.1. Vertrouwelijkheid

In overeenstemming met de Belgische wet van 22 augustus 2002 betreffende de rechten van de patiënt, de Algemene Verordening Gegevensbescherming (of GDPR) (EU) 2016/679 van 27 april 2016 (die vanaf 25 mei 2018 in voege is) en de Belgische wet van 30 juli 2018, betreffende de bescherming van natuurlijke personen in verband met de verwerking van persoonsgegevens en betreffende het vrije verkeer van die gegevens, zal uw persoonlijke levenssfeer worden gerespecteerd en kan u toegang krijgen tot de verzamelde gegevens. Elk onjuist gegeven kan op uw verzoek verbeterd worden.

Uw toestemming om deel te nemen aan de studie betekent dat we gegevens van u verwerken voor het doel van de klinische studie. Deze verwerking van gegevens is wettelijk voorzien op basis van artikel 6, § 1, (b), (e) of (f) en artikel 9, § 2(j) van de Algemene Verordening Gegevensbescherming.

Alle informatie die tijdens deze studie verzameld wordt zal gepseudonimiseerd worden (hierbij kan men uw gegevens nog terug koppelen naar uw persoonlijk dossier) In het geval van pseudonimisering zal de sleutel tot deze codes enkel toegankelijk zijn voor de onderzoekende en behandelende arts of de door hem/haar aangestelde vervanger. Enkel de gepseudonimiseerde gegevens zullen gebruikt worden voor analyse van de gegevens en in alle documentatie, rapporten of publicaties (in medische tijdschriften of congressen) over de studie. Vertrouwelijkheid van uw gegevens wordt dus steeds gegarandeerd. Zowel persoonlijke gegevens als gegevens aangaande uw gezondheid zullen verwerkt en bewaard worden gedurende minstens 30 jaar. De verwerkingsverantwoordelijke van de gegevens is de instelling van de hoofdonderzoeker van de studie, Prof. Dr. Kirsten (UZ Gent). Zijn/haar onderzoeksteam zal toegang krijgen tot uw persoonsgegevens.

Gegevens uit het patiëntendossier worden verwerkt in het kader van de verbeteringsprocessen van de organisatie en de gezondheidszorg in het algemeen.

De Data Protection Officer kan u desgewenst meer informatie verschaffen over de bescherming van uw persoonsgegevens. Contactgegevens: Katya Van Driessche, dpo@uzgent.be.

Vertegenwoordigers van de opdrachtgever, auditoren, de Commissie voor Medische Ethiek en de bevoegde overheden, allen gebonden door het beroepsgeheim, hebben rechtstreeks toegang tot uw medische dossiers om de procedures van de studie en/of de gegevens te controleren, zonder de vertrouwelijkheid te schenden. Dit kan enkel binnen de grenzen die

door de betreffende wetten zijn toegestaan. Door het toestemmingsformulier, na voorafgaande uitleg, te ondertekenen, stemt u in met deze toegang.

De Belgische toezichthoudende instantie die verantwoordelijk is voor het handhaven van de wetgeving inzake gegevensbescherming is bereikbaar via onderstaande contactgegevens:

Gegevensbeschermingsautoriteit (GBA)
Drukpersstraat 35 - 1000 Brussel
Tel. +32 2 274 48 00
e-mail: contact@apd-gba.be
Website: www.gegevensbeschermingsautoriteit.be

6.2. Verzekering

De opdrachtgever voorziet in een vergoeding en/of medische behandeling in het geval van schade en/of letsel ten gevolge van deelname aan deze klinische studie. Voor dit doeleinde is een verzekering afgesloten met foutloze aansprakelijkheid conform de wet inzake experimenten op de menselijke persoon van 7 mei 2004 (Allianz Global Corporate & Specialty – polisnummer BEL000862). Indien de arts-onderzoeker van mening is dat er verband met de studie mogelijk is (er is geen verband met de studie bij schade ten gevolge van het natuurlijke verloop van de ziekte of ten gevolge van gekende bijwerkingen van de standaardbehandeling), zal hij/zij de aangifteprocedure bij de verzekering starten. Op dat ogenblik kunnen uw gegevens doorgegeven worden aan de verzekeraar. In het geval van onenigheid met de arts-onderzoeker of met de door de verzekeringsmaatschappij aangestelde expert, en steeds wanneer u dit nodig acht, kunnen u, of in geval van overlijden uw rechthebbenden, de verzekeraar rechtstreeks in België dagvaarden (Allianz Global Corporate & Specialty; Uitbreidingstraat 86, 2600 Berchem; Tel: +32 33 04 16 00).

7. Wat zijn de risico's en verwachte voordelen bij deelname aan deze studie?

Deelname aan deze studie brengt voor u waarschijnlijk geen onmiddellijk therapeutisch voordeel. Uw deelname in de studie kan wel helpen om in de toekomst patiënten beter te kunnen helpen.

De waarschijnlijkheid dat u door deelname aan deze studie enige schade ondervindt, is extreem laag. U zult echter ook geen persoonlijke voordelen ondervinden door deelname.

Ook is het mogelijk dat zich andere risico's en ongemakken voordoen die op dit moment nog onbekend zijn. Het is daarom van groot belang om elke nieuwe gezondheidsklacht zo snel mogelijk aan de arts-onderzoeker te melden, ongeacht of de klacht volgens u te maken heeft met de studie of niet.

U hebt het recht op elk ogenblik vragen te stellen over de mogelijke en/of gekende risico's van deze studie. Als er in het verloop van de studie gegevens aan het licht komen die een invloed zouden kunnen hebben op uw bereidheid om te blijven deelnemen aan deze studie, zult u daarvan op de hoogte worden gebracht. Mocht u door uw deelname aan de studie toch enig nadeel ondervinden, zal u een gepaste behandeling krijgen.

8. Zijn er kosten verbonden aan de deelname aan deze studie?

Uw deelname aan deze studie brengt geen extra kosten mee voor u.

9. Is een vergoeding voorzien bij deelname aan deze studie?

Er is geen vergoeding voorzien bij deelname aan deze studie.

10. Tot wie kunt u zich richten in het geval van problemen of indien u vragen heeft?

Als er een letsel optreedt ten gevolge van de studie, of als u aanvullende informatie wenst over de studie of over uw rechten en plichten, kunt u in de loop van de studie op elk ogenblik contact opnemen met de arts-onderzoeker of een medewerker van haar team:

Naam: Prof. Dr. Kirsten Colpaert

Adres: Corneel Heymanslaan 10, 9000 Gent

Telefoonnummer: 09/3326317

TOESTEMMINGSFORMULIER VOOR DE DEELNEMERS AAN EEN EXPERIMENT

Referentienummer van de deelnemer voor deze studie	
--	--

Aankruisen door de deelnemer indien akkoord

Ik heb het document "Informatiebrief voor de deelnemers aan een experiment" pagina 1 tot en met 7 gelezen en begrepen en ik heb er een kopij van gekregen. Ik heb uitleg gekregen over de aard, het doel, de duur, de te voorziene effecten van de studie en over wat men van mij verwacht. Ik heb uitleg gekregen over de mogelijke risico's en voordelen van de studie. Men heeft me de gelegenheid en voldoende tijd gegeven om vragen te stellen over de studie en ik heb op al mijn vragen een bevredigend antwoord gekregen, ook op medische vragen.

Ik begrijp dat deelname aan de studie vrijwillig is en dat ik mij op elk ogenblik uit de studie mag terugtrekken zonder een reden voor deze beslissing op te geven en zonder dat dit op enigerlei wijze een invloed zal hebben op mijn verdere behandeling.

Ik begrijp dat auditors, vertegenwoordigers van de opdrachtgever, de Commissie voor Medische Ethiek of bevoegde overheden, mijn gegevens mogelijks willen inspecteren om de verzamelde informatie te controleren. Bovendien ben ik op de hoogte dat bepaalde gegevens doorgegeven worden aan de opdrachtgever van de studie. Te allen tijde zal mijn privacy gerespecteerd worden.

Ik ben me ervan bewust dat deze studie werd goedgekeurd door een onafhankelijke Commissie voor Medische Ethiek verbonden aan het UZ Gent en de Universiteit Gent en dat deze studie zal uitgevoerd worden volgens de richtlijnen voor de goede klinische praktijk (ICH/GCP) en de verklaring van Helsinki, opgesteld ter bescherming van mensen deelnemend aan experimenten. Deze goedkeuring was in geen geval de aanzet om te beslissen om deel te nemen aan deze studie.

Men heeft mij ingelicht dat zowel persoonlijke gegevens als gegevens aangaande mijn gezondheid worden verwerkt en bewaard gedurende minstens 20 jaar. Ik ben op de hoogte dat ik recht heb op toegang en op verbetering van deze gegevens. Aangezien deze gegevens verwerkt worden in het kader van medisch-wetenschappelijke doeleinden, begrijp ik dat de toegang tot mijn gegevens kan uitgesteld worden tot na beëindiging van het onderzoek. Indien ik toegang wil tot mijn gegevens, zal ik mij richten tot de arts-onderzoeker die verantwoordelijk is voor de verwerking ervan.

Ik stem in om deel te nemen aan de volgende delen van de studie:

- 1) Ik stem ermee in om volledig samen te werken met de arts-onderzoeker. Ik zal hem/haar op de hoogte brengen als ik onverwachte of ongebruikelijke symptomen ervaar.
- 2) Ik ben akkoord dat een eenmalige echografie zal genomen worden

Naam en voornaam van de deelnemer	Handtekening	Datum
Naam en voornaam van de vertegenwoordiger (van toepassing als de patiënt zelf niet in staat is dit document te ondertekenen)	Handtekening	Datum
Naam en voornaam van de arts-onderzoeker*	Handtekening	Datum

2 kopieën dienen te worden vervolledigd. Het origineel wordt door de onderzoeker bewaard in het ziekenhuis gedurende 20 jaar, de kopie wordt aan de deelnemer gegeven.

*** Aankruisen door de onderzoeker indien akkoord**

Ik verklaar de benodigde informatie inzake deze studie (de aard, het doel, en de te voorziene effecten) mondeling te hebben verstrekt evenals een exemplaar van het informatiedocument aan de deelnemer te hebben verstrekt.	
Ik bevestig dat geen enkele druk op de deelnemer is uitgeoefend om hem/haar te doen toestemmen tot deelname aan de studie en ik ben bereid om op alle eventuele bijkomende vragen te antwoorden.	