

Predir una intubació difícil en el pacient pediàtric: Disseny de l'estudi i anàlisi de dades

Nom Estudiant: Sandra Galve Navarro

Pla d'estudis de l'estudiant: Màster Universitari de Bioinformàtica i Bioestadística (UOC - UB)

Àrea de treball final: Àrea 2-Subàrea 2-Anàlisi de dades

Nom Consultora: Núria Pérez Àlvarez

Nom Professor responsable de l'assignatura: Carles Ventura Royo

Data Lliurament: Juny del 2019

Predir una intubació difícil en el pacient pediàtric: Disseny de l'estudi i anàlisi de les dades

Nom de l'estudiant: **Sandra Galve Navarro**

Màster Universitari de Bioinformàtica I Bioestadística (UOC-UB)

Àrea de treball final: Àrea 2-Subàrea 2-Anàlisi de dades

Consultora: Dra. Núria Pérez Álvarez

Professor responsable de l'assignatura: Carles Ventura Royo

Data Lliurament: Juny del 2019



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

Fitxa del Treball Final

Títol del treball	Predir una intubació difícil en el pacient pediàtric: Disseny de l'estudi i anàlisi de les dades
Nom de la consultora	Núria Pérez Àlvarez
Nom del PRA	Carles Ventura Royo
Data del lliurament	06/2019
Titulació o programa	Màster en Bioinformàtica i Bioestadística UOC - UB
Àrea del Treball Final	Àrea 2, subàrea 2 - Anàlisi de dades
Idioma del Treball	Català
Paraules clau	Pediàtric, via aèria difícil, intubació difícil, factors predictius, odds ràtio, regressió logística
Resum del Treball:	
<p>Al quiròfan, el moment de la inducció i intubació és un instant d'alta tensió. La majoria d'intubacions succeeixen sense incidències, però l'aparició d'una via aèria difícil inesperada suposa un alt risc per a la vida del pacient.</p> <p>Abans de procedir a la intubació, cal avaluar les característiques anatòmiques i buscar els millors predictors per anticipar un accident amb la gestió de la via aèria. Aquests factors es resumeixen en una taula d'àmplia difusió anomenada Escala d'Arné, que basada en la regressió logística, assigna a criteris clínics una puntuació, establint un llindar per a la intubació difícil en el pacient adult. Encara que aquests criteris s'apliquen en els infants no presenten una validesa científica ni aplicabilitat clínica.</p> <p>L'objectiu d'aquest Treball Final de Màster és realitzar el disseny de l'estudi i l'anàlisi de les dades que omplin aquest buit. Es realitza un estudi observacional amb els pacients pediàtrics, intervinguts l'any 2018 a l'Hospital Universitari Vall d'Hebron (HUVH). S'analitzen els factors predictius de l'Escala d'Arné, relacionant-los amb la presència d'intubació difícil de manera bivariant, estudiant el valor predictiu, i amb tècniques de regressió logística.</p> <p>Els resultats obtinguts s'expliquen en gran mesura, per les particularitat de l'infant, i mostren una diferència, ja suposada, amb l'adult. L'examen de les dades orienta a un obstacle en l'exploració del nen, òbviament, el creixement modifica els valors emprats en la categorització, per això els tests predictius més significatius són la història prèvia i la patologia associada, que no depenen de l'observació.</p>	

Abstract:

In the operating room, the moment of induction and intubation is a high-tension moment. The majority of intubation happens without incident, but the appearance of an unexpected difficult airway supposes a high risk for the life of the patient.

Before proceeding to intubation, you must evaluate the anatomical characteristics and look for the best predictors to anticipate an accident with the airway management. These factors are summarized in a wide-spread table called Arné, which based on logistic regression, points values were assigned to these factors in proportion to regression coefficients, establishing a score for difficult intubation in the adult patient. Although these criteria apply to children they do not present a scientific validity or clinical applicability.

The aim of this Master's Project is to design the study and analysis of the data that fill this gap. An observational study was conducted with paediatric patients, surgical populations in the year 2018 at the HUVH. The predictive factors of the Scale of Arné are analyzed, relating them to the presence of intubation difficult in a bivariate way, studying the predictive value, and with logistic regression techniques.

The results obtained are explained to a large extent by the particular characteristics of the child, and show a difference, already supposed, with the adult. The examination of the data is oriented to an obstacle in the exploration of the child, obviously, the growth modifies the values used in the evaluation, for that reason the most significant predictive tests are the previous history and the associated pathology, that do not depend on the observation

Índex

FITXA DEL TREBALL FINAL.....	4
TAULA DE FIGURES	9
1. INTRODUCCIÓ	11
1.1. CONTEXT I JUSTIFICACIÓ DEL TREBALL	11
1.2. OBJECTIUS DEL TREBALL	14
1.2.1. OBJECTIU GENERAL	14
1.2.2. OBJECTIUS ESPECÍFICS	14
1.3. ENFOCAMENT I MÈTODE SEGUIT	15
1.4. PLANIFICACIÓ DEL TREBALL	17
1.5. BREU SUMARI DELS PRODUCTES OBTINGUTS.....	19
1.6. BREU DESCRIPCIÓ DELS ALTRES CAPÍTOLS DE LA MEMÒRIA	19
2. GESTIÓ DE DADES.....	21
2.1. EXTRACCIÓ DE LES DADES	21
2.2. ANÀLISI PRELIMINAR I PREPARACIÓ DE LES DADES.....	22
2.2.1. SELECCIÓ DE VARIABLES SIGNIFICATIVES.....	22
2.2.2. VALIDACIÓ DE LES DADES.....	23
2.2.3. TRACTAMENT DE LES DADES NO DISPONIBLES EN ALGUNS ATRIBUTS.....	24
3. METODOLOGIA ESTADÍSTICA	27
3.1. ESTUDI OBSERVACIONAL.....	28
3.1.1. VARIABLES	28
3.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ⁹	28
3.2.1. VARIABLES QUALITATIVES	29
3.2.2. VARIABLES QUANTITATIVES	29
3.2.3. AGRUPACIONS DE DADES.....	30
3.2.4. MESURES DE CENTRALITAT.....	30
3.2.5. MESURES DE DISPERSIÓ.....	31
3.3. ESTADÍSTICA INFERENCIAL.....	32
3.3.1. ESTIMACIÓ I INTERVALS DE CONFIANÇA	32
3.3.2. CONTRAST D'HIPÒTESI	35
3.3.3. TEST DE KHI-QUADRAT.....	38
3.4 ANÀLISI BIVARIABLE	39
3.4.1. TAULES DE CONTINGÈNCIA.....	40
3.4.2. COMPARACIÓ DE MITJANES.....	42

3.4.3. RISC, OPORTUNITAT, RISC RELATIU I ODDS RÀTIO.....	43
3.4.4. TEOREMA DE BAYES: APLICACIÓ A TESTS PREDICTIUS	44
3.5. REGRESSIÓ LOGÍSTICA	45
3.5.1. INTERPRETACIÓ DEL MODEL	46
3.5.2 ESTIMACIÓ DEL MODEL	47
3.5.3 INTERPRETACIÓ DEL RESULTAT	47
3.6. EINES INFORMÀTIQUES	48
4. DIFICULTATS EN LA INTUBACIÓ EN UN HOSPITAL PEDIÀTRIC: ANÀLISI UNIVARIANT.....	49
4.1. CARACTERÍSTIQUES DEMOGRÀFIQUES	50
4.2. GESTIÓ DE LA VIA AÈRIA	51
4.2.1. VIA AÈRIA DIFÍCIL	51
4.2.2. ESCALA DE CORMACK-LEHANE	52
4.2.3. DISPOSITIUS.....	53
4.2.4. PATOLOGIES ASSOCIADES A VAD	54
5. REALMENT ES PREDIU EL RISC D'INTUBACIÓ DIFÍCIL: ANÀLISI BIVARIABLE.....	56
5.1. EXISTEIX UNA RELACIÓ ENTRE L'EDAT I LA INTUBACIÓ DIFÍCIL?.....	56
5.1.1. GRUPS D'EDAT.....	57
5.2. ANTECEDENTS D'INTUBACIÓ DIFÍCIL	58
5.3. PATOLOGIA ASSOCIADA A LA VIA AÈRIA.....	59
5.4. EXISTEIX UNA RELACIÓ ENTRE ELS TESTS PREDICTIUS D'INTUBACIÓ DIFÍCIL I LA INTUBACIÓ DIFÍCIL?	59
5.4.1. DISTÀNCIA TIROMENTAL	61
5.4.2. OBERTURA DE LA BOCA	61
5.4.3. MOBILITAT DE CAP I COLL	63
5.4.4. CLASSIFICACIÓ DE MALLAMPATI	65
5.5. AVALUACIÓ DE LA VALIDESA DELS TESTS DIAGNÒSTICS.....	67
6. PREDICCIÓ DE LA INTUBACIÓ DIFÍCIL: UNA FÓRMULA PER A CALCULAR EL RISC.....	69
6.1. MODEL PER A NENS EN EDAT PREESCOLAR (0 - 5 ANYS)	69
6.1.1. EXPLORACIÓ DE LES ASSOCIACIONS BIVARIANTS.....	69
6.1.2. EQUACIÓ DEL MODEL.....	70
6.1.3. PREDICCIONS PER A VALORS NOUS AMB EL MODEL AJUSTAT	71
6.1.4. DIAGNÒSTIC DE RESIDUS.....	71
6.1.5. COMPARACIÓ DE LES PREDICCIONS AMB LES OBSERVACIONS.	72
6.1.6. CONCLUSIÓ.....	72
6.2. MODEL PER A NENS DE MÉS DE 5 ANYS (5 - 16 ANYS)	73
6.2.1. EQUACIÓ DEL MODEL.....	73
6.2.2. PREDICCIONS PER A VALORS NOUS AMB EL MODEL AJUSTAT	75

6.2.3. DIAGNÒSTIC DELS RESIDUS.....	75
6.2.4. COMPARACIÓ DE LES PREDICCIONS AMB LES OBSERVACIONS.	76
7. CONCLUSIONS	77
MÈTODE CIENTÍFIC.....	78
CAP A ON ES DIRIGEIX AQUESTA INVESTIGACIÓ?.....	79
8. GLOSSARI.....	80
ACRÒNIMS	80
CONCEPTES ESTADÍSTICS	80
CONCEPTES DE RELLEVÀNCIA CLÍNICA.....	82
9. ANNEX	84
CODIFICACIÓ DE LES PATOLOGIES ASSOCIADES A VIA AÈRIA DIFÍCIL.....	84
10. BIBLIOGRAFIA.....	85

Taula de figures

Figura 1 - Intubació orotraqueal per laringoscòpia directe	11
Figura 2 - Escala d'Arné.....	13
Figura 3 - Diagrama del flux de selecció de pacients	15
Figura 4 - Valoració de la via aèria - SCARTD	16
Figura 5 - Planificació inicial febrer i març	18
Figura 6 - Planificació inicial abril i maig	18
Figura 7 - Temporització amb registre d'hores	18
Figura 8 - Taula resum de les variables de la base de dades	23
Figura 9 - Gràfic de dispersió de les observacions per edat	23
Figura 10 - Taula resum de les variables en brut	24
Figura 11 - Taula resum de les dades no disponibles a cada variable.....	24
Figura 12 - Taula de combinació dels valors no disponibles.....	24
Figura 13 - Núvol de punts de dades absents per edat.....	25
Figura 14 - Gràfic de lineal amb la densitat de casos perduts segons l'edat.....	25
Figura 15 - Gràfic comparatiu de les bases de dades sense valors no disponibles	25
Figura 16 - Gràfic amb la distribució dels valors perduts corresponents als tests col·laboratius	26
Figura 17 - Elements i dinàmica del procés d'investigació ⁷	27
Figura 18 - Plantejament dels estudis a partir d'una mostra ⁷	33
Figura 19 - Paràmetres i estimadors d'ús més freqüent	34
Figura 20 - Classificació d'anàlisis estadístics paramètrics	36
Figura 21 - Classificació d'anàlisis estadístics no paramètrics	37
Figura 22 - Prova d'independència de Khi-quadrat.....	39
Figura 23 - Forma de distribució Khi-quadrat segons els graus de llibertat.....	39
Figura 24 - Classificació de les tècniques d'anàlisi de dades ⁷	40
Figura 25 - Taula de contingència.....	41
Figura 26 - Test per contrast de comparació de mitjanes	42
Figura 27 - Diagrama de dispersió amb una relació entre dos variables ben definida	46
Figura 28 - Diagrama de dispersió en una bona relació amb múltiples variables	47
Figura 29 - Gràfic de barres agrupades d'edat i sexe	50
Figura 30 - Representació gràfica de la no - normalitat de l'edat.....	50
Figura 31 - Diagrama de caixes amb la distribució d'edat per sexes	51
Figura 32 - Taula d'incidències	51
Figura 33 - Taula de freqüències absolutes (percentatge) d'intubació difícil.....	52
Figura 34 - Gràfic de dispersió dels casos d'intubació difícil menors d'un any	52
Figura 35 - Escala de Cormack - Lehane. ⁵	53
Figura 36 - Gràfic de barres agrupades per grups d'edat	53
Figura 37 - Gràfic de sectors dels dispositius.....	54
Figura 38 - Taula de freqüències relatives de les malformacions congènites més freqüents.....	55
Figura 39 - Representació de la distribució de l'edat segons dificultat d'intubació	56
Figura 40 - QQ-plot de la variable edat	57
Figura 41 - Gràfica de barres agrupades de dificultat d'intubació per grups d'edat	57
Figura 42 - Taula de freqüències absolutes	58
Figura 43 - Taula de freqüències absolutes	59
Figura 44 - Gràfic de dades absents en la distància tiromental segons edat	60
Figura 45 - Pacients amb més de 5 anys.....	60
Figura 46 - Mesura de la distància tiromental	61

Figura 47 - Taula de freqüències absolutes	61
Figura 48 - Valoració obertura de la boca - SCARTD	62
Figura 49 - Gràfic de dades agrupades d'obertura i dificultat d'intubació	62
Figura 50 - Taula de freqüències absolutes	62
Figura 51 - Distància de residus segons grups	62
Figura 52 - Taula de freqüències absolutes en variable dicotòmica	63
Figura 53 - Mesura de la mobilitat cervical.....	63
Figura 54 - Gràfic de barres agrupades segons dificultat d'intubació.....	64
Figura 55 - Taula de diferències entre els grups	64
Figura 56 - Taula de freqüències en variable dicotòmica	64
Figura 57 - Quadre resum de limitació cervical	65
Figura 58 - Escala de Mallampati.....	65
Figura 59 - Distribució del Test de Mallampati segons intubació difícil.....	66
Figura 60 - Taula resum per la validesa dels test amb un nivell de confiança .95.....	67
Figura 61 - Taula resum de l'anàlisi	69
Figura 62 - Sumari de les dades del model logístic	70
Figura 63 - Gràfica de punts amb la probabilitat calculada segons el model.....	71
Figura 64 - Taula de probabilitat	71
Figura 65 - Taula creuada d'observacions i prediccions	72
Figura 66 - Resum de les dades d'intubació difícil i els riscos.....	73
Figura 67 - Sumari de les dades del model logístic inicial	73
Figura 68 - Sumari del model definitiu	74
Figura 69 - Gràfic de punts amb representació de les probabilitats de nous casos predits pel model	75
Figura 70 - Taula creuada d'observacions i prediccions	76

1. Introducció

1.1. Context i justificació del Treball

Diàriament milions de persones es sotmeten a procediments diagnòstics i/o terapèutics, incloses les intervencions quirúrgiques, que requereixen l'administració de qualsevol de les formes d'anestèsia per a poder realitzar-se. Els anestesiològics són els professionals responsables d'assegurar el confort i l'estabilitat del pacient durant l'episodi.

Existeixen diferents tipus d'anestèsia, sent l'anestèsia general aquella que provoca un estat d'hipnosi, analgèsia i relaxació muscular òptimes per a permetre la intervenció. Aquest fet suposa per al pacient la impossibilitat de realitzar l'intercanvi gasós adequat ja que impossibilita la funció dels músculs respiratoris. És aquí on l'anestesiòleg intervé per a garantir una ventilació adequada mitjançant diferents tècniques de gestió de les vies aèries.

Actualment existeixen multitud de tècniques i dispositius per facilitar aquesta tasca, però la intubació endotraqueal continua sent l'estàndard per a garantir un aïllament adequat de les vies respiratòries i un intercanvi gasós òptim. Segons la Viquipèdia, "la intubació traqueal, en general només s'anomena intubació, és la col·locació d'un tub de plàstic flexible en la tràquea per a mantenir obertes les vies respiratòries o per servir com un conducte a través del qual l'administració certs medicaments. Es realitzen amb freqüència en els pacients críticament lesionats, malalts o anestesiats per facilitar la ventilació dels pulmons, incloent la ventilació mecànica, i per evitar la possibilitat d'obstrucció de les vies respiratòries o asfíxia".¹ Per tant, la intubació és una tècnica que consisteix a introduir un tub a través del nas o la boca del pacient fins arribar a la tràquea, per tal de mantenir la via aèria oberta i poder assistir-lo en el procés de ventilació. El mètode més comú per a realitzar-la és mitjançant la laringoscòpia directa.

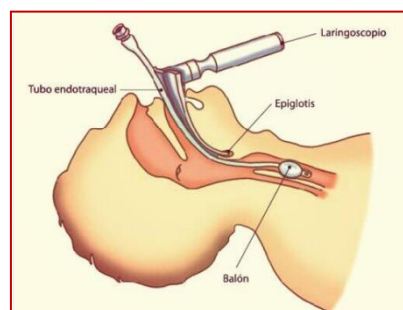


Figura 1 - Intubació orotraqueal per laringoscòpia directa

Els pacients pediàtrics, atès que estan en etapa de creixement i canvi anatòmic i fisiològic, tenen una sèrie de característiques especials que fan necessària una valoració específica de cada nen abans de procedir a la intubació. Fins als dos anys d'edat, es produirà un descens ràpid de les estructures de la via aèria superior. Després patirà pocs canvis fins a la pubertat, moment en què es produeix el pas a l'etapa adulta. Els nadons i lactants tenen el cap més gran, el seu coll és més curt i la llengua és més gran en proporció amb una boca petita. La cara és més ampla i aplanada. Els orificis i conductes nasals són més estrets, de manera que hi ha més risc d'obstrucció. L'epiglòtis és més alta, més anterior i flexible, més gran i té forma d'U; es projecta cap enrere amb un angle de 45°, de manera que de vegades cal aixecar-la amb el full recte del laringoscopi per poder veure la glòtis. La laringe és més estreta, més curta, alta i anterior. Quant a la tràquea, és més curta, els cartílags són fàcilment deprimibles, i es troba l'estretor màxima a nivell del cartílag cricoide en nens menors de 8 anys. Això canviarà amb la pubertat, on trobarem la zona més estreta a nivell de les cordes vocals, com en l'adult.

Tot i que la intubació traqueal en la majoria dels pacients es realitza de manera ràpida i sense grans dificultats, en alguns casos resulta extremadament difícil, i algunes vegades impossible. Es poden presentar dificultats, fins i tot per a persones amb molta experiència. La pèrdua de control de les vies respiratòries als nens, si no es resol ràpidament, comportarà conseqüències devastadores.

La Societat Americana d'Anestesiòlegs (ASA) defineix una via aèria difícil (VAD) com la situació clínica en què un anestesiòleg amb entrenament convencional experimenta dificultats per a la ventilació administrada per una màscara facial, la dificultat amb la intubació traqueal o ambdós.² La VAD representa una interacció complexa entre els factors del pacient, l'entorn clínic i les habilitats del metge. L'anàlisi d'aquesta interacció requereix la recollida precisa i la comunicació de dades per a successius procediments.

La ventilació difícil es defineix com la incapacitat d'un anestesiòleg entrenat per mantenir la saturació d'oxigen superior al 90% usant una màscara facial, amb una fracció inspirada d'oxigen de 100%. La intubació difícil es defineix com la necessitat de tres o més intents per a la intubació de la tràquea o més de 10 minuts per aconseguir-la, situació que s'esdevé en 1.5 - 8% dels procediments d'anestèsia general.

La presència d'una VAD inesperada presenta una incidència relativament baixa (0,08-1,1%), sent una mica més gran en menors d'1 any (3,5%). S'ha anticipat tradicionalment la dificultat de les vies aèries pediàtriques mitjançant una avaluació preoperatòria completa, però dades recents suggereixen que el 23,8% de les vies respiratòries pediàtriques difícils són imprevistes. Això indica que la incidència de laringoscòpia difícils augmenta amb menys d'un any en comparació amb els lactants de més edat (0,24% - 4,7% en lactants i 0,07% - 0,7% per a nens de més d'1 any d'edat).³

És transcendental recordar que, a major grau de dificultat en la intubació, major incidència i severitat de les complicacions. Fins a 30% de les defuncions anestèsics poden atribuir-se a una VAD. Tot això ha generat la necessitat de disposar de proves altament predictives per identificar la via aèria que ocasionarà dificultats en la intubació, aplicables a tot procediment anestèsic i quirúrgic.

Per ajudar l'anestesiòleg a identificar pacients inesperadament difícils d'intubar per la laringoscòpia directa, s'han descrit diverses mesures preoperatòries clíniques no invasives de la via aèria que posseeixen associacions significatives amb intubació difícil. És d'àmplia difusió l'anomenada Escala d'Arné, Arné et al.⁴ realitzen un anàlisi de regressió logística amb 1200 pacients i identifica set criteris clínics com a predictors independents d'intubació difícil. Es van assignar punts a cadascun d'aquests factors en proporció als coeficients de regressió que representen, el pes relatiu de cada factor de dificultat d'intubació predictiva, amb la suma que inclou la puntuació. El millor lliniar predictiu es va escollir utilitzant una corba ROC. Posteriorment aquest grup d'investigació el va validar amb 1090 pacients. Aquesta escala modificada està recomanada pel Grup de Via Aèria difícil de l'SCARTD.

Risk factors	"Points" of the exact score	"Points" of the simplified score
Previous knowledge of difficult intubation		
No	0	0
Yes	3.28	10
Pathologies associated with difficult intubation		
No	0	0
Yes	1.63	5
Clinical symptoms of airway pathology		
No	0	0
Yes	0.98	3
Inter-incisor gap (IG) and mandible luxation (ML)		
IG \geq 5 cm or ML $>$ 0	0	0
3.5 < IG < 5 and ML = 0	1.09	3
IG < 3.5 cm and ML < 0	4.12	13
Thyromental distance		
\geq 6.5 cm	0	0
< 6.5 cm	1.36	4
Maximum range of head and neck movement		
Above 100°	0	0
About 90° (90° \pm 10°)	0.65	2
Below 80°	1.46	5
Mallampati's modified test		
Class 1	0	0
Class 2	0.66	2
Class 3	1.93	6
Class 4	2.52	8
Total possible	15.35	48

PREDICCIÓ DE VIA AÈRIA DIFÍCIL		
Factor de risc	Valor	Variabl
Història d'intubació difícil	No	0
	Sí	10
Patologia associada a intubació difícil	No	0
	Sí	5
Síntomes d'obstrucció de via aèria o \geq 2 criteris de ventilació difícil	No	0
	Sí	3
Obertura oral i subluxació mandibular	\geq 5 cm o luxació $>$ 0	0
	3,5 - 5 cm i/o luxació = 0	3
	< 3,5 cm i/o luxació < 0	13
Distància tiromentoniana	\geq 6,5 cm	0
	< 6,5 cm	4
Màxim rang de moviment de cap i coll	$>$ 100°	0
	\pm 90°	2
	< 80°	5
Classe de Mallampati	1	0
	2	2
	3	6
	4	8

SUMA TOTAL \geq 11 = via aèria difícil
--

Figura 2 - Escala d'Arné

No obstant això, atès que la facilitat de la intubació traqueal laringoscòpica depèn de diversos elements de les vies respiratòries, no es pot preveure cap mesura de la via aèria per predir la intubació difícil amb precisió, i els estudis han confirmat la baixa capacitat predictiva d'algunes d'aquestes mesures.

Les proves de valoració de la via aèria que s'utilitzen en el pacient adult no han estat validades per a la població pediàtrica, i presenten un feble valor predictiu positiu d'intubació difícil (<40%), és a dir, la majoria de VAD previstes no ho són en realitat. A la població pediàtrica els estudis aleatoritzats són difícils de realitzar a causa de l'escàs nombre de casos en cada centre i a les característiques del pacient pediàtric; existeix doncs escassa evidència científica que doni suport certes decisions i conductes clíniques.

En realitat, no hi ha descrit cap factor exclusiu de l'edat pediàtrica, encara que hi ha hagut intents de classificació, basats exclusivament en la història clínica sense realitzar cap mesura de les vies respiratòries. Es pretén, en primer lloc, establir quina és la raó entre les variables mesurades en l'actualitat per a poder establir quina de les variables son útils per a predir una via aèria difícil.

Per desenvolupar models predictius, cal examinar la relació de múltiples mesures de les vies respiratòries i la intubació difícil. Els estudis realitzats han tingut resultats contradictoris en què la capacitat predictiva dels models resultants varia àmpliament. Aquesta variabilitat pot explicar-se per les diferències en el disseny de l'estudi, en la població dels pacients, les mesures de les vies respiratòries o les definicions d'intubació difícil, o potser més important, el contrast en el desenvolupament del model.

Donades les conseqüències de la manca de percepció d'una via aèria difícil cal desenvolupar un model de predicció clínicament útil i vàlid per a la intubació traqueal difícil en el pacient pediàtric.

1.2. Objectius del Treball

L'objectiu general d'aquest Treball Final de Màster és l'estudi de les característiques de la via aèria difícil mitjançant l'anàlisi estadística de les diferents variables implicades. Realitzar una investigació dels tests predictius proposats contrastant les hipòtesis de validesa, amb la finalitat d'identificar els factors de risc estadísticament significatius en el pacient pediàtric.

1.2.1. Objectiu general

Amb aquest treball es pretén demostrar si els factors predictius d'una via aèria difícil emprats habitualment en la pràctica clínica habitual es corresponen amb una dificultat en la intubació en el pacient pediàtric, i crear amb aquests un model per a predir una intubació difícil.

En conclusió, en adherir-se als principis adequats de construcció de models, es demostraria que és possible predir una intubació difícil amb precisió.

1.2.2. Objectius específics

- Consolidar els coneixements prèviament adquirits sobre com realitzar una investigació clínica amb anàlisi de les dades per obtenir uns resultats estadísticament significatius i coherents per a poder realitzar publicacions científiques.
- Fer un programa amb R per a poder resoldre una pregunta d'investigació clínica fent servir les dades aconseguides al meu centre de treball.
- Adquirir coneixements sobre el disseny d'estudis clínics i el maneig de dades. Obtenir experiència en l'ús de les eines que faciliten l'explotació de les dades i la generació d'informes.
- Realitzar una descripció de les característiques poblacionals de la via aèria del pacient pediàtric.
- Avaluar els factors d'escala predictores reconegudes en el pacient adult d'una intubació difícil en el pacient pediàtric.
- Desenvolupar un model clínicament útil i vàlid per preveure una laringoscòpia i intubació traqueal difícil en pacients pediàtrics seguint un model multivariable.

1.3. Enfocament i mètode seguit

Es tracta d'un estudi observacional de tipus retrospectiu on s'inclouen tots els pacients entre 0 i 16 anys, sotmesos a intervenció quirúrgica amb anestèsia general i intubació traqueal durant l'any 2018 a l'Hospital Universitari Vall d'Hebron (HUVH).

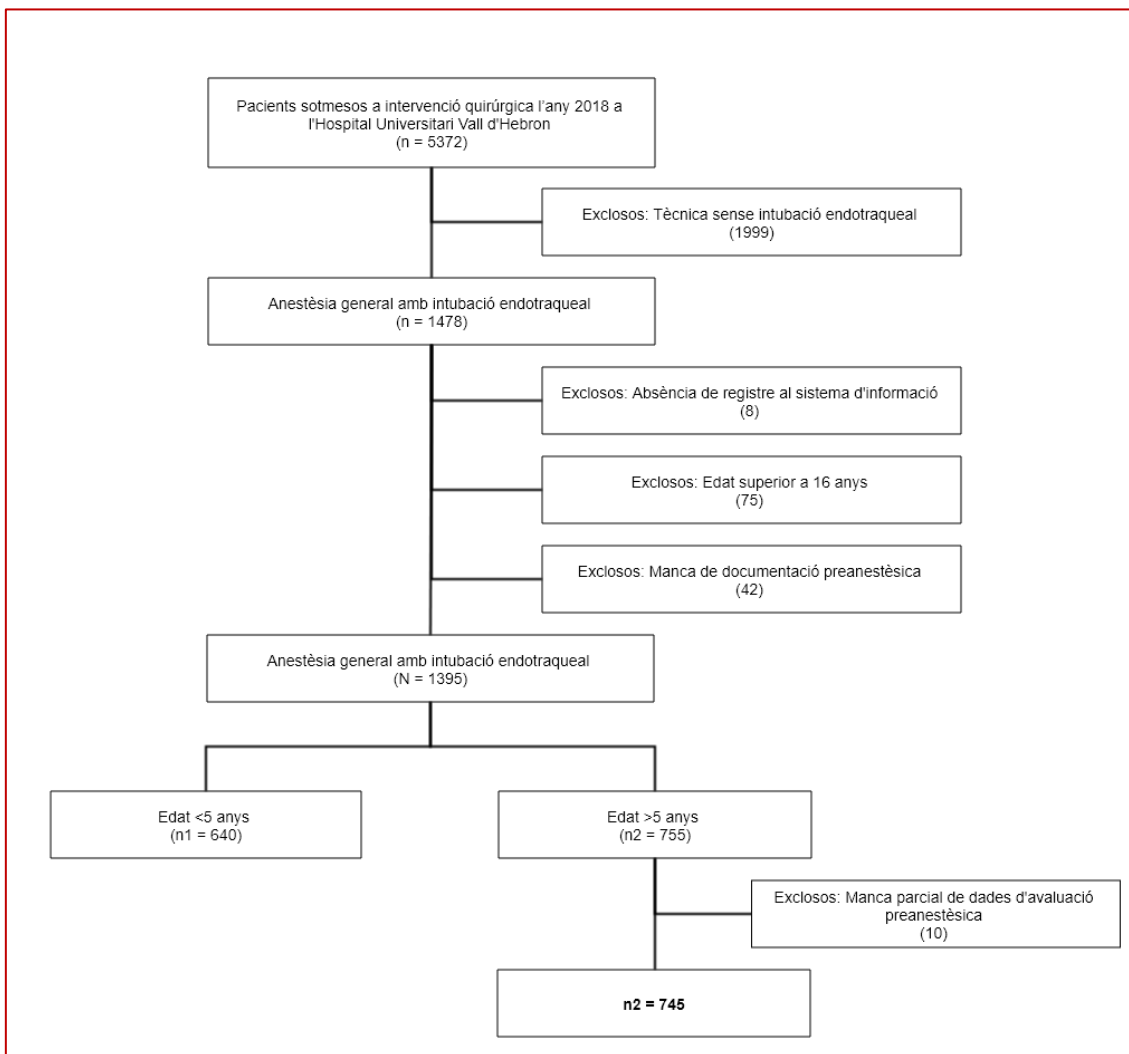


Figura 3 - Diagrama del flux de selecció de pacients

Per a la realització d'aquest treball es segueix el següent procés:

1. Recollida de les dades
2. Anàlisi preliminar i preparació de les dades: Validació i transformació de les bases de dades
3. Anàlisi descriptiu de les variables.
4. Estudi bivariant de les variables com a factors predictius d'intubació difícil
5. Model predictiu d'intubació difícil

Per a l'obtenció de les dades es revisa el document d'avaluació preanestèsica recollint les variables independents, que són les mesures de les vies respiratòries i l'edat i pes del pacient. Aquestes dades formen part de la pràctica clínica habitual realitzada a la consulta preanestèsica i està realitzada per diferents observadors qualificats (facultatius especialistes o en formació de tercer i quart any).^{5,6}

- 1) Data d'intervenció quirúrgica
- 2) Data de naixement
- 3) Pes (kg)
- 4) Història intubació difícil (Sí/No)
- 5) Patologia associada a intubació difícil (Sí/No)
- 6) Distància tiromentoniana <6.5 cm (Sí/No)
- 7) Obertura oral i subluxació mandibular
 - i) ≥ 5 cm o luxació ≥ 0
 - ii) 3.5 - 5 cm i/o luxació = 0
 - iii) <3.5 cm i/o luxació <0
- 8) Màxim moviment de cap i coll
 - i) $>100^\circ$
 - ii) 80 – 100 $^\circ$
 - iii) $<80^\circ$
- 9) Classificació de Mallampati:
 - i) Classe I: Visibilitat completa de les amígdals, úvula i paladar tou
 - ii) Classe II: Visibilitat del paladar dur i tou, la porció superior de les amígdals i l'úvula
 - iii) Classe III: Visibilitat del paladar tou i dur i la base de l'úvula
 - iv) Classe IV: Només el paladar dur és visible

VALORACIÓ DE LA VIA AÈRIA

JUSTIFICACIÓ:

- La detecció de la possible via aèria difícil (VAD) ens condicionarà la tècnica més adequada per al control de la via aèria.
- La valoració de la via aèria s'ha de realitzar en el preoperatori, ja que davant d'una VAD s'ha de tenir tot prèviament preparat i el pacient informat.

PREOPERATORI:

S'ha de valorar la presència de factors de risc de VAD:

1. Història clínica:

- Antecedents de VAD.
- Malalties associades a VAD.
- Lesions de la via aèria i mediastí anterior (tumors, inflamacions, cremades).
- Masses tiroïdies.
- Radiodermítis cervical: s'ha de sospitar davant la impossibilitat del desplaçament de la pell sobre la tràquea, o la impossibilitat de mobilitzar lateralment el cartílag tiroide.
- Angina de Ludwig.
- Lesions del raquis cervical: traumàtiques, artritis reumatoide, espondil·lis.
- Macroglòssies: acromegàlia, síndrome de Down, miedema.
- Lesions mandibulars: anquilosis temporomandibular, micrognàties.
- Hipertrofia amigdal·lar lingual.

2. Signes i símptomes d'obstrucció de via aèria

- Dispnea, distònia, dislàgia, estridor.

3. Exploració dels paràmetres antropomètrics associats a VAD

- Factors predictius d'intubació difícil
- Factors predictius de ventilació amb mascareta facial difícil

Com cal valorar la via aèria?

- El pacient ha d'estar assegut, no en decúbit supí.
- S'ha d'explorar de front i de perfil.
- És aconsellable, per no oblidar cap mesura, seguir sempre el mateix ordre en l'exploració al pacient:

- Exploració davant del pacient: test de Mallampati Samssoon i valoració de l'obertura oral.
- Exploració del perfil del pacient: valoració del grau de subluxació mandibular, moviment del cap i coll, distància tiromentoniana.

TEST MALLAMPATI – SAMSOON

Es realitza amb el pacient assegut, el cap en posició neutra. Cal demanar al pacient que obri la boca, tregui la llengua i toni (digui "aaa"). Es valoren 4 graus segons la visualització de les estructures faringies (úvula, pilars i/o paladar tou):

Classe I visió d'úvula, gargamella, paladar tou i pilars amigdalins

Classe II pilars amigdalins no visibles

Classe III només paladar tou, no es veu la paret faringia posterior

Classe IV només paladar dur visible



DISTÀNCIA INTERDENTAL

Amb la boca oberta al màxim i lleugera extensió cefàlica es mesura en la línia mitja la distància interincisiva (o la distància entre la voia d'oclusió de les genives, en el pacient edentat).



Es valora en 3 graus:

Grau 1: ≥ 5 cm

Grau 2: 3,5 - 5 cm

Grau 3: < 3,5 cm

SUBLUXACIÓ MANDIBULAR

Valora la capacitat de lliscar la mandíbula per davant del maxil·lar superior:

- > 0 Els incisius inferiors es poden col·locar per davant dels superiors.
- $= 0$ Els incisius inferiors com a màxim es queden a l'altura dels superiors.
- < 0 Els incisius inferiors queden per darrere dels superiors.



RANG DE MOVIMENT CAP I COLL

Amb el pacient assegut, cap en posició neutra i de perfil respecte a l'anestesiòleg, col·loquem un dit índex en la prominència occipital inferior del pacient, i l'altre dit índex en el mentó.

Després sol·licitem al pacient que estengui al màxim que pugui el cap enere, i segons l'alineació dels dos índex, valorarem la mobilitat en **3 graus** (com menor sigui el grau de mobilitat, major serà la dificultat de la via aèria):



- $>100^\circ$ El dit índex col·locat en el mentó s'eleva més que el de la prominència occipital.
- $\pm 90^\circ$ Els dos dits índex queden situats en el mateix pla.
- $< 80^\circ$ El dit índex del mentó queda per sota del de la prominència occipital.

Figura 4 - Valoració de la via aèria - SCARTD

També es revisa el document d'anestèsia on es registren sistemàticament les dades de la intubació:

- 1) Escala de Cormack-Lehane
 - i. Classe I: Les cordes vocals són visibles
 - ii. Classe II: Només és visible una part de les cordes vocals – aritenoides
 - iii. Classe III: Només és visible l'epiglotis
 - iv. Classe IV: L'epiglotis no és visible
- 2) Número d'intents
- 3) Dispositiu alternatiu (Sí/No, tipus)
- 4) Patologia associada a intubació difícil (nom de la patologia)

Les dades no poden associar-se a una persona identificada o identificable per haver-ne substituït la informació que identifica a aquesta persona per l'assignació a un codi numèric successiu.

La resta dels elements del procés es comenten als següents capítols del treball.

1.4. Planificació del treball

Inicialment es planteja la llista de tasques següent:

- A. Cerca bibliogràfica
- B. Document del CEIC: Sol·licitud al Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica de l'Hospital Vall d'Hebron de l'avaluació del projecte d'investigació.
- C. Disseny de l'estudi
 - a. Criteris de selecció i mètode de selecció de pacients. Plantejament del diagrama de flux.
 - b. Càlcul de la potència de l'estudi.
 - c. Definició de les variables predictores i de les considerades resposta.
 - d. Definició del concepte d'intubació difícil.
- D. Recollida de dades:
 - a. Disseny de l'estructura de la base de dades
 - b. Codificació dels resultats de les variables.
 - c. Introducció de les dades
 - d. Validació de les dades
 - e. Tractament de les dades absents.
 - f. Finalització del diagrama de flux.
- E. Anàlisi descriptiu:
 - a. Característiques poblacionals: edat i pes
 - b. Prevalença i descripció dels casos de patologia associada a via aèria difícil
 - c. Incidència d'intubació difícil
 - d. Representacions gràfiques. Histogrames. Diagrames de dispersió.
 - e. Diagrames de caixes múltiples.
 - f. Dades atípiques. Identificació.
- F. Anàlisi bivariant: Relació entre els factors predictius i intubació difícil (o no)
- G. Anàlisi multivariant
- H. Tancament de la memòria
- I. Elaboració de la presentació
- J. Defensa pública

Amb la planificació temporal representada en el següent Diagrama de Gant

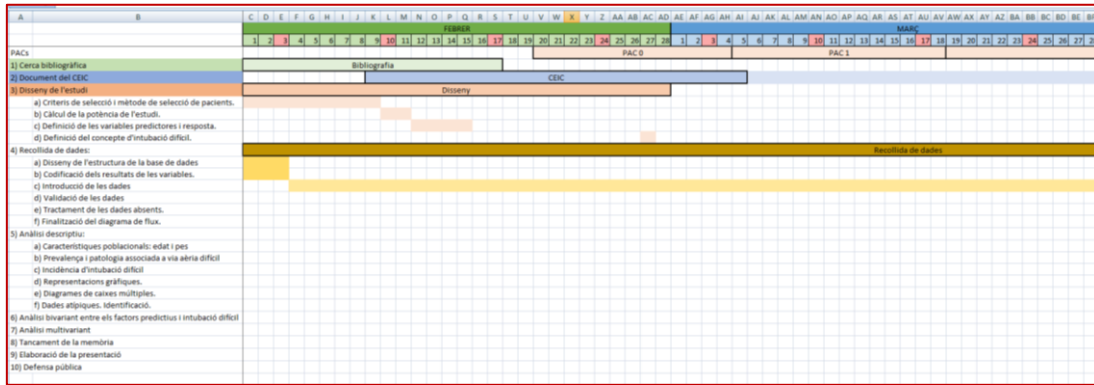


Figura 5 - Planificació inicial febrer i març

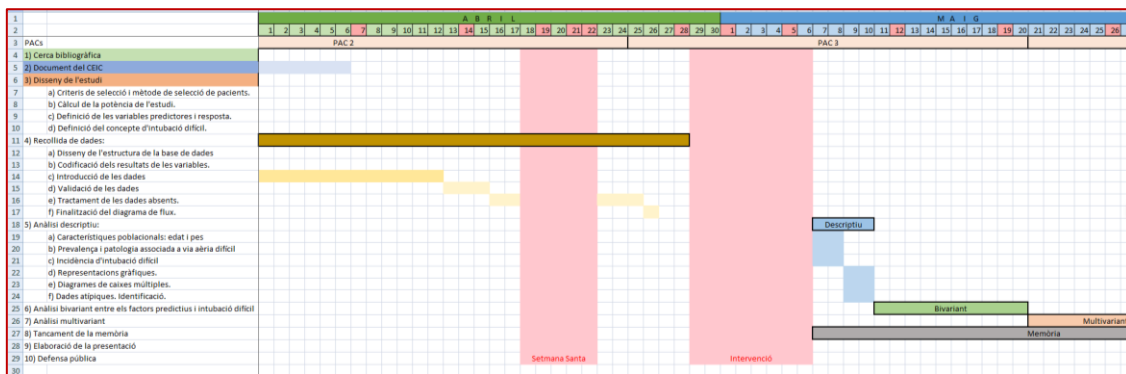


Figura 6 - Planificació inicial abril i maig

Malauradament per motius personals, no s'ha pogut complir estrictament el calendari, i finalment s'ha realitzat amb la següent temporització. S'inclouen les hores dedicades a les diferents tasques recollides mitjançant dos aplicacions de telèfon mòbil per a la gestió del temps: inicialment @timesheet.io i smartsheet® posteriorment.

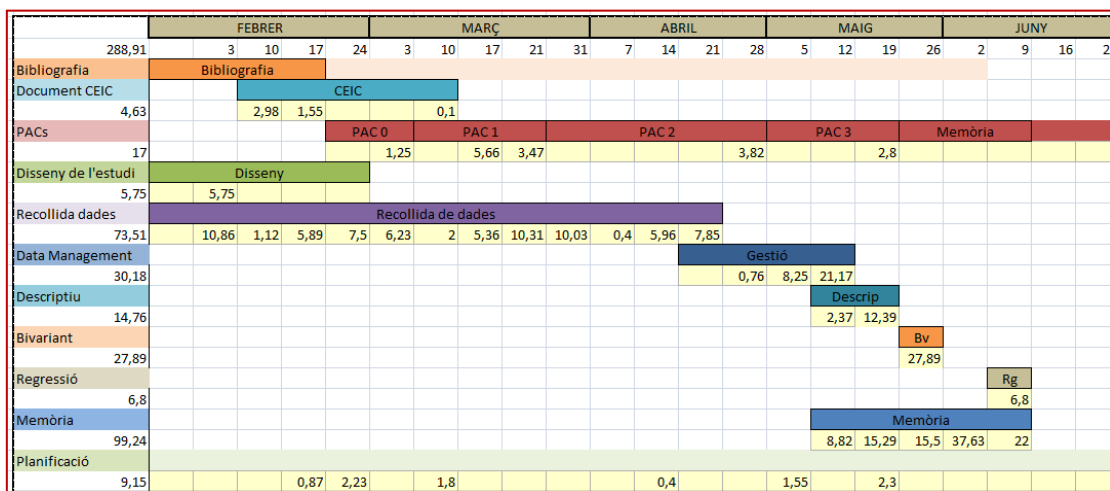


Figura 7 - Temporització amb registre d'hores

1.5. Breu sumari dels productes obtinguts

Durant l'elaboració d'aquest Treball Final de Màster s'han obtingut els següents productes

- Pla de treball
- Programa en R, inclòs com a arxiu r Markdown annexe
- Memòria
- Presentació virtual
- Autoavaluació del projecte.

Crec que, posteriorment, es pot escriure un article per a alguna de les revistes de referència d'anestesiologia.

1.6. Breu descripció dels altres capítols de la memòria

2. Gestió de dades

En aquest capítol es descriu el procés per a la recollida de les dades, anàlisi preliminar i validació. S'exposa com s'han fusionat els dos arxius amb les bases de dades originals per produir una única base de dades, com s'ha realitzat un anàlisi preliminar per eliminar observacions fora de rang i el tractament realitzat als valors absents per a realitzar els anàlisis posteriors.

3. Metodologia estadística

Recull els aspectes estadístics teòrics de l'estudi. Defineix els conceptes aplicats en el disseny de l'estudi i en l'anàlisi estadística.

S'inclou la metodologia teòrica emprada per als diferents anàlisis estadístics. Es descriuen les eines emprades i la discussió dels diferents tests de contrast d'hipòtesi.

4. Dificultats en la intubació en un hospital pediàtric: Anàlisi univariant

Dins d'aquesta part es realitza una descripció de les característiques poblacionals i demogràfiques. També es desenvolupa un examen de les diferents variables de l'estudi implicades en la gestió de la via aèria: Intubació difícil, escala de Cormack - Lehane, dispositius alternatius emprats i descripció de la patologia associada a via aèria difícil.

5. Realment es prediu el risc d'intubació difícil: Anàlisi bivariant

En aquesta secció s'estudia la relació entre les variables considerades com a factors predictius de via aèria difícil i la existència d'intubació difícil. Es realitza una anàlisi bivariant estudiant la relació entre les diferents variables recollides abans de realitzar la intervenció, variables a estudi, amb el grau de dificultat descrit segons la investigació (fàcil / difícil).

6. Predicció de la intubació difícil: una fórmula per a calcular el risc

S'intenta construir un model i obtenir una equació amb fins de predicció o càlcul del risc, de manera que aquest pugui estimar per a un nou individu l'existència d'una intubació difícil amb una certa validesa i precisió.

Mitjançant la regressió logística s'hauran de provar múltiples models per quedar-se amb el més predictiu (menor error estàndard i major coeficient de determinació) i amb menor nombre de variables (més harmoniós).

7. Conclusions

S'exposen la valoració dels resultats obtinguts en la recerca, del desenvolupament del projecte i del Treball realitzat.

Es presenta un resum dels resultats que se'n deriven dels anàlisis, amb la crítica a les limitacions i possibilitats de millora, comentaris sobre els mètodes de disseny, recollida de dades i metodologia estadística.

8. Glossari

Definició dels termes i acrònims més rellevants utilitzats dins la Memòria.

9. Annexos:

- Llistat de patologies associades a VAD i codificació
- Codi R (markdown) - arxiu annex

10. Bibliografia

Relació d'obres citades i consultades durant la realització del treball i redacció de la memòria.

2. Gestió de dades

Per a la realització d'aquest treball es segueix els següent procés:

1. Recollida de les dades
2. Anàlisi preliminar i preparació de les dades: Validació i transformació de les bases de dades
3. Anàlisi descriptiu de les variables.
4. Estudi bivariant de les variables com a factors predictius d'intubació difícil
5. Model predictiu d'intubació difícil

En aquest capítol es descriu el procés realitzat en els dos primers punts per abordar després els diferents aspectes del treball.

2.1. Extracció de les dades

La recollida de les dades s'obté a través del programa SAP Assistencial gestionat per IBM, sistema d'informació assistencial de l' Institut Català de la Salut. Inicialment es compta amb dos arxius Excel, un procedeix del bolcatge del sistema SAP d'informació dels llistats del programa quirúrgic i l'altre la recollida manual de les dades corresponents a la valoració preoperatòria i el document d'anestèsia.

En el primer cas es tracta de la sortida de l'arxiu amb 5372 entrades amb les variables incloses al llistat de treball de l'àrea quirúrgica de l'Hospital del Nen i de la Dona de l'HUVH. Inclou data d'intervenció, número d'identificació del pacient, data de naixement, sexe, servei ordenant, prestacions i diagnòstic. S'afegeix la variable edat, en anys i dies, per la diferència entre la data de naixement i la de la intervenció.

Per a la creació del segon arxiu s'introdueixen manualment les variables procedents del document d'avaluació preanestèsica i del document de registre de l'acte anestèsic escanejat en pdf, en els casos d'intubació difícil, l'anestesiòleg escriu, a més, una nota amb la descripció dels fets que permet obtenir tota la informació. La investigadora introdueix aquells procediments que s'han sotmès a intervenció quirúrgica l'any 2018, amb anestèsia general i intubació endotraqueal dels pacients nascuts des de l'any 2001. S'assigna a cada una de les intervencions un número identificatiu. S'introdueixen també les variables corresponents a la data de la intervenció i de naixement i el número de pacient. Aquest sistema és molt laboriós, i impedeix, per manca de temps i recursos, la possibilitat de comprovar errors mitjançant una repetició del procés d'introducció de dades.

Es procedeix al creuament dels dos arxius mitjançant les variables data d'intervenció (Data) i el número de pacient (NHC). En aquest procés s'observa que el número de casos es redueix de 1478 observacions a 1470, corresponents a registres eliminats del sistema SAP i que no es poden recuperar posteriorment. Es revisa la història clínica del pacients per número d'història i no existeix registre del procediment, però sí que existeix història d'anestèsia. Donada la incongruència, i la manca de resposta a la consulta realitzada a la consultora de SAP, s'eliminen de la base de dades.

2.2. Anàlisi preliminar i preparació de les dades

La base de dades original es tracta d'un data frame amb 1470 observacions i 23 variables, producte de la compilació de les dues ja descrites.

2.2.1. Selecció de variables significatives

Les variables de la base de dades original inclouen: data d'intervenció, número d'història clínica, número d'identificació del cas, data de naixement, pes, variables identificades com a factors predictius de via aèria difícil, variables obtingudes de la intubació, patologia associada a via aèria difícil i codi assignat per la investigadora, edat en anys i en dies, sexe, servei ordenant del procediment, prestacions ordenades (descripció codificada de la intervenció quirúrgica realitzada) i diagnòstic associat al procediment.

La totalitat de característiques disponibles no són rellevants per a obtenir un model predictiu o per definir les característiques associades a una intubació difícil. Es consideren les variables que aporten informació d'utilitat, es corregeixen caràcters que poden donar error (accents) i es transformen les variables numèriques en factors (variables quantitatives).

S'introdueixen altres variables conseqüència d'operacions i classificacions de les ja existents i d'interès per a l'estudi. Es tracta de la classificació en grups d'edat i la variable "Intubació difícil" definida com a objecte d'estudi.

Com a resultat d'aquest procés queden aquest conjunt de variables:

Columna	Nom	Tipus (Nivells)	Descripció
1	X__1	Numèrica	Codi numèric d'assignació consecutiva dels casos recollits
2	Pes	Numèrica	Registre del pes del pacient expressat en kilograms(kg).
3	Historia	Catègorica (0/1)	Antecedents d'intubació difícil
4	Pat_assoc	Catègorica (0/1)	Antecedents a la història clínica de patologia associada a VAD
5	Distancia	Catègorica (0/1)	Distància tiromentoniana < 6.5 cm o tres travesses de dit en pacient pediàtric
6	Obertura	Catègorica (1/2/3)	Mesura en centímetres de l'obertura de la boca
7	Moviment	Catègorica (1/2/3)	Màxim moviment de cap i coll mesurats en graus de l'angle
8	Mallampati	Catègorica (1/2/3/4)	Classificació de Mallampati de visualització de les estructures orofaríngees
9	Cormack	Numèrica (1/2/3/4/5)	Valor de l'Escala de Cormack - Lehane en la laringoscòpia. S'ha afegit el valor 5 corresponent a ús de dispositiu.

10	Intent	Numèrica	Número d'intents per aconseguir la intubació
11	Dispositiu	Categòrica	Dispositiu alternatiu a la laringoscòpia emprat (Airtraq®, Glidescope®, fibrobroncoscop)
12	CCC	Categòrica	Codi adjudicat per la investigadora de la classificació de patologies associades a la via aèria difícil (annex)
13	Patologia	Categòrica	Diagnòstic de la patologia associada a VAD (annex)
14	Edat	Numèrica	Edat del pacient en el moment de la intervenció expressada en anys
15	Dies	Numèrica	Edat del pacient en el moment de la intervenció expressada en dies
16	Sexe	Categòrica (H/D)	Gènere del pacient
17	Int_dif	Numèrica	Aplicació de la definició del treball, resultant de la suma de Cormack i número d'intents d'intubació
18	ID	Categòrica (SI/NO)	Resultat de la definició del treball d'intubació difícil, on la variable Int_dif superior o igual a 4.
19	Grup	Numèrica	Valor en número sencer de la variable edat
20	Clas	Categòrica	Aplicació de la classificació de l'edat fisiològica: adolescent, nen, infant i nounat

Figura 8 - Taula resum de les variables de la base de dades

2.2.2. Validació de les dades

Per a l'anàlisi previ de les dades cal comprovar si existeix alguna observació que no correspongui a l'objecte de l'estudi, en aquest cas, pacients entre 0 i 16 anys. Mitjançant un gràfic de dispersió s'observa que hi ha casos per sobre d'aquest rang i s'eliminen les observacions de la base de dades.

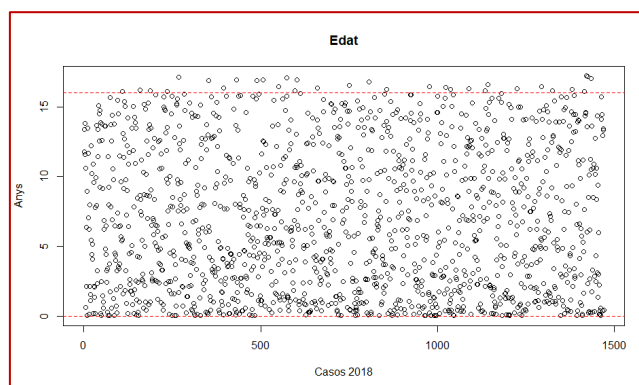


Figura 9 - Gràfic de dispersió de les observacions per edat

Com a part del procés de validació de dades, es comprova, per la taula de resum, observacions fora de rang en les variables categòriques. Després de localitzar aquestes dades incongruents, es comprova a la font d'informació (sistema SAP) l'error de transcripció i es corregeix si s'escau.

	Historia	Pat_assoc	Distancia	Obertura	Moviment	Mallampati	Cormack
0	1363	1059	822	5	1	1	
1	32	336	52	787	809	809	1200
2				63	42	42	161
3				11	13	13	26
4							1
5							49

Figura 10 - Taula resum de les variables en brut

2.2.3. Tractament de les dades no disponibles en alguns atributs

És important, un cop importades les dades, realitzar una anàlisi de la quantitat de valors perduts (missing data) en les variables considerades, ja que és un factor important que pot arribar a influir en el model de predicció a obtenir.

Es procedeix a l'avaluació de l'impacte de les dades absents sobre l'anàlisi mitjançant una taula.

Valors absents						
X__1	Pes	Historia	Pat_assoc	Distancia	Obertura	Moviment
0	0	42	42	563	571	572
Mallampati	Cormack	Intent	Dispositiu	CCC	Patologia	Edat
572	0	0	1383	1101	1101	0
Dies	Sexe	Int_dif	ID	Grup		
0	0	0	0	0		

Figura 11 - Taula resum de les dades no disponibles a cada variable

Per una banda, es troben aquelles derivades de la investigació, aquelles observacions on no s'ha emprat dispositiu alternatiu, o no consta patologia associada a via aèria difícil apareixen com a valors perduts. Es tracta de les variables denominades: "Dispositiu", "CCC", "Patologia".

És diferent el cas de les altres variables, ja que corresponen a les dades obtingudes de l'avaluació preoperatòria, considerades com a factors predictius de via aèria difícil i objecte de l'estudi. Al gràfic es mostra la quantitat de valors que falten o s'imputen en cada variable i la quantitat de valors que falten o s'imputen en determinades combinacions de variables.

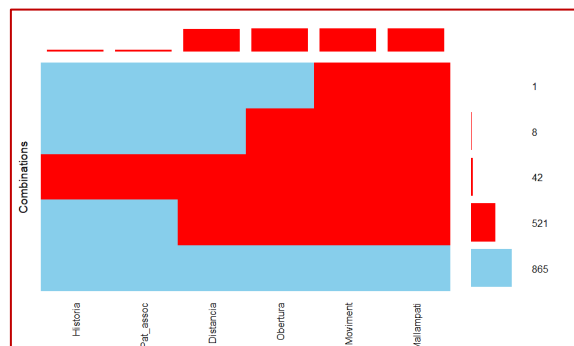


Figura 12 - Taula de combinació dels valors no disponibles

Es detecten 42 casos als que manquen totes les dades corresponents a l'avaluació preoperatòria. Prenent la variable Historia per a realitzar l'anàlisi d'aquests valors, sembla que es distribueixen d'una manera aleatòria per l'edat.

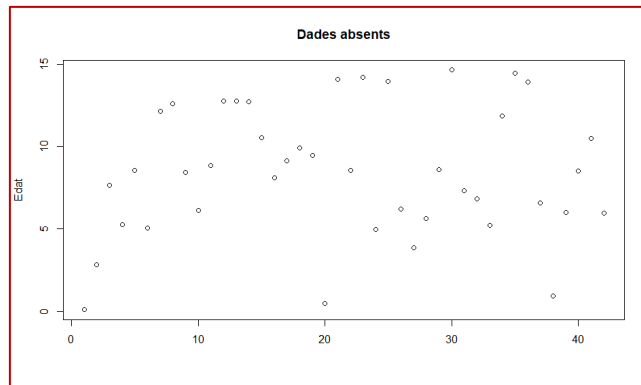


Figura 13 - Núvol de punts de dades absents per edat

En canvi, en realitzar la comparació dels grups observem que existeixen diferències significatives entre les edats dels grup total i les edats del grup amb valors perduts, amb un p-valor < 0.001 pel test de Kolmogorov-Smirnov (D=0.338)

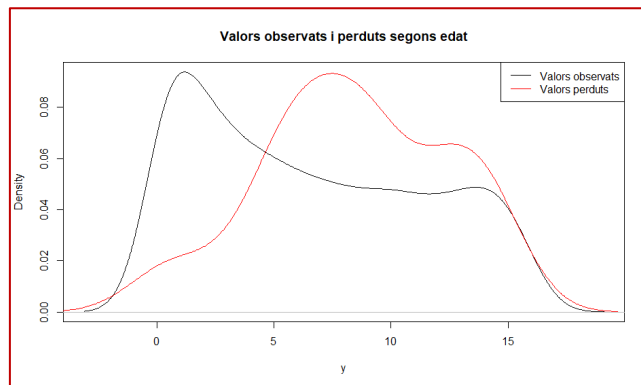


Figura 14 - Gràfic de lineal amb la densitat de casos perduts segons l'edat

En la comparació entre la base de dades original i la base de dades simulada sense aquests 42 casos que presenten valors perduts no hi ha diferències significatives (Two-sample Kolmogorov-Smirnov test: D = 0.009, p-valor = 1).

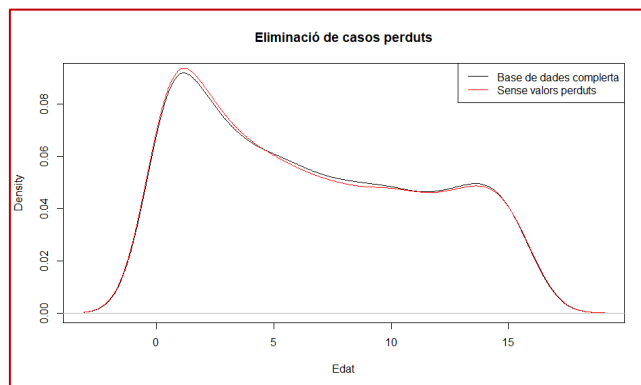


Figura 15 - Gràfic comparatiu de les bases de dades sense valors no disponibles

Aquests registres no s'han pogut recuperar i com no existeixen diferències entre la distribució amb la seva presència o sense, s'eliminen de la base de dades.

Les variables "Història d'intubació difícil" i "Patologia associada a intubació difícil" provenen de la història clínica del pacient, i no depenen de cap factor del pacient. En canvi, la resta de variables depenen de la col·laboració dels pacient per a la seva obtenció. És fàcil deduir que als pacients amb edat preescolar (menys de 5 anys) és difícil aplicar els tests predictius.

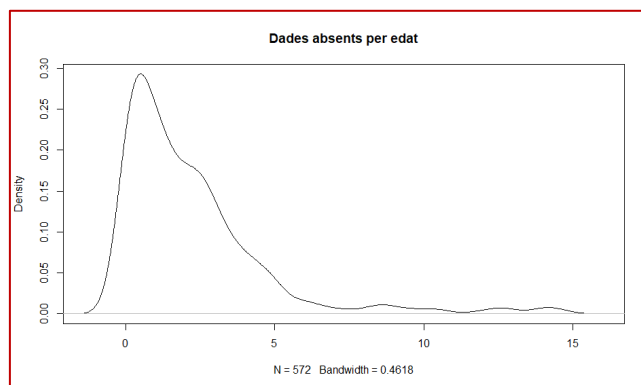


Figura 16 - Gràfic amb la distribució dels valors perduts corresponents als tests col·laboratius

S'extreu la conclusió que els tests predictius habituals per a la valoració de la via aèria no són aplicables en edat preescolar. I per a la posterior validació dels tests predictius i creació del model es dividiran en els dos grups etaris.

Del grup de pacients amb més de 5 anys s'extreu que 10 casos no presenten totes les dades de valoració preoperatòria, representant el 1.32% d'aquest grup i el 0.71% del total de la mostra. En examinar la història del pacient s'aprecia que estan diagnosticats de trastorns del desenvolupament i de l'aprenentatge, motiu pel que no es pot realitzar la valoració. Eliminant-les-en de la validació i inclouent aquests trastorns com a limitació a l'hora d'aplicar els tests.

3. Metodologia estadística

El Treball Final de Màster recull tots els elements del procés d'investigació expressats en la següent figura, obtinguda del camp de la investigació social però que s'extrapola a qualsevol camp d'investigació.

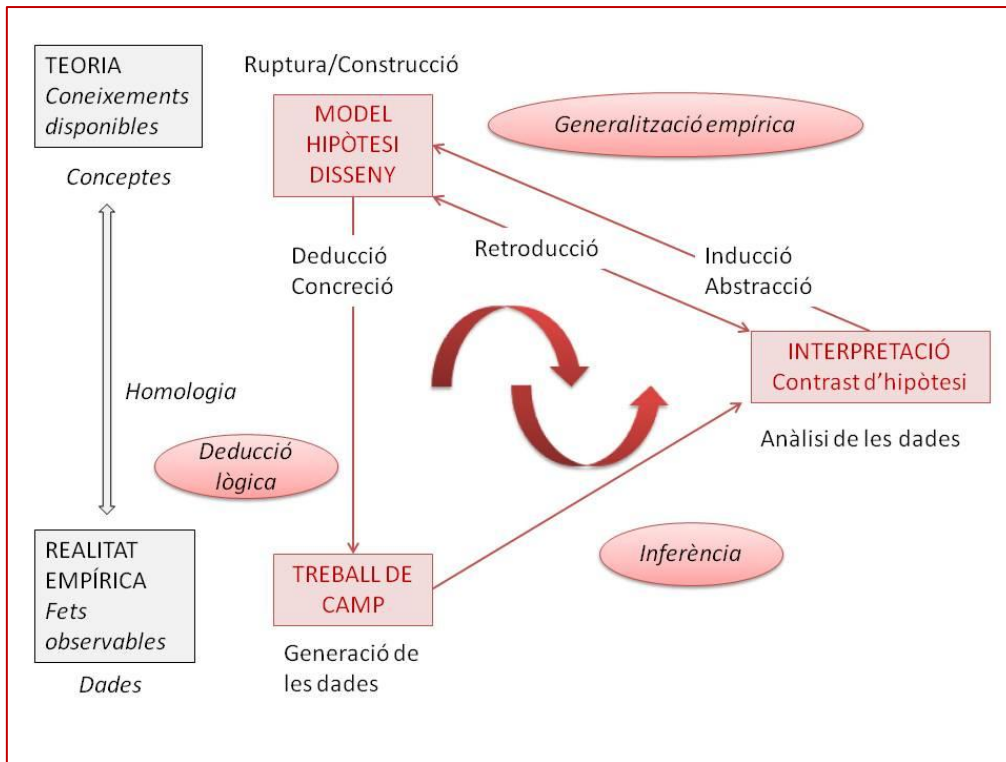


Figura 17 - Elements i dinàmica del procés d'investigació⁷

Les tècniques d'anàlisi estan lligades al tipus d'anàlisi que es desitgi desenvolupar segons el model i els objectius establerts, així com la naturalesa de les dades observades. L'ús de la majoria de les tècniques està associat inevitablement a la utilització d'un software per al tractament i anàlisi de la informació.

Mitjançant l'anàlisi i la interpretació es comprova el model d'anàlisi i s'extreuen conclusions de les dades tractades; es verifica si es validen les hipòtesis, quins aspectes del mètode són revisables, quins difereixen de la perspectiva teòrica, ...

Els mètodes estadístics utilitzats en aquest estudi són anàlisi descriptiu, test khi-quadrat i anàlisi bivariant. El model de regressió logístic és usat per investigar l'efecte dels predictors en la intubació en el pacient pediàtric.

En aquest capítol es realitza un resum teòric dels conceptes i mètodes estadístics utilitzats per a realitzar aquest Treball.⁷⁻¹²

3.1. Estudi observacional

Els estudis observacionals serveixen a multitud de propòsits: des de la informació sobre les causes d'una malaltia fins a la verificació de la magnitud d'associacions o factors de risc ja confirmats.

En els estudis transversals, els investigadors estudien a tots els individus d'una mostra en el mateix moment de temps, en aquest cas àrea quirúrgica de l'Hospital Infantil HUVH, per a investigar prevalença d'un element, factors de risc o predictius.

Es tracta doncs, d'un estudi observacional transversal, de tipus retrospectiu on s'inclouen tots els pacients, entre 0 i 16 anys, sotmesos a intervenció quirúrgica amb anestèsia general i intubació traqueal durant l'any 2018 a l'HUVH.

3.1.1. Variables

El terme variable es defineix com la mesura de la propietat o qualitat que presenten els elements d'una població que es desitja estudiar.

Les variables poden classificar-se de diverses maneres; generalment es divideixen en variables qualitatives i quantitatives (discretes i contínues).

Variables qualitatives: Són aquelles que no es poden mesurar quantitativament, és a dir, el valor assignat no expressa quantitat. Els diferents valors es denominen modalitats o categories. Aquelles variables qualitatives amb només dues categories es denominen dicotòmiques.

Variables quantitatives: Són aquelles que es poden mesurar numèricament. Les variables quantitatives discretes són aquelles en las que entre dos valors consecutius de les mateixes no es troba cap altre valor, mentre que, en les variables contínues, entre dos valors consecutius es poden trobar, en teoria, infinits valors.

Per a realitzar l'estudi estadístic d'aquest Treball Final de Màster, totes les variables emprades són qualitatives, llevat de la variable quantitativa contínua "Edat".

L'anàlisi numèric de la informació es pot afrontar tenint en compte el número de variables estudiades: si se'n fa ús d'una única variant es parla d'estadística univariant; si s'usen dues variables simultàniament, d'estadística bivariant i si s'estudien moltes variables a la vegada, d'estadística multivariant.

3.2. Estadística descriptiva⁹

Les dades produïdes es comencen a analitzar a partir de tècniques d'anàlisi de dades més senzilles de tipus univariante, on es tracten específicament cada una de les variables independentment, sense relacionar-les amb les demés.

El punt de partida per a l'anàlisi de dades estadístiques és la matriu de dades, la matriu de dades original d'unitats per variables. La informació que conté la matriu de dades requereix que es processin per resumir la ingent quantitat d'informació que conté. L'objectiu serà reduir la complexitat agrupant o resumint les dades a través de taules, gràfiques i mesures de resum per analitzar la informació que contenen.

3.2.1. Variables qualitatives

Les variables qualitatives adopten unes determinades categories i interessa saber quantes vegades apareix a cada una d'elles (freqüència absoluta) i valorar la importància de la seva presència amb respecte a altres categories:

N: El número total d'individus o observacions de les que es disposen dades.

Freqüència absoluta: De cada variable és el número d'individus per als que a variable pren aquest valor; si ens referim a categoria, és el número d'observacions que pertanyen a una categoria. La suma de totes les freqüències absolutes és igual al número total d'observacions (N).

Freqüència relativa: La proporció d'individus per als que la variable pren aquest valor; en referència a la categoria es defineix com la proporció d'individus que pertanyen a ella. Aquest valor és útil per a comparar la mateixa variable en dos poblacions diferents amb diferent número de casos. La suma de totes les freqüències relatives és igual a la unitat.

Percentatge: Tant per cent del total que representa cada categoria. Es calcula multiplicant per cent la freqüència relativa. La suma de tots els percentatges és igual a 100.

Distribució de freqüències: Conjunt de valors que adopta la variable i la freqüència amb els que els presenta.

Les freqüències es representen en forma de taula, tot i què, es pot representar gràficament la distribució de la variable que s'estudia.

Gràfic de barres: (bar chart)

Gràfic de comparació constituït per un eix quantitatiu i un eix textual en què es representa el valor de diverses categories de dades per mitjà de barres horitzontals o verticals de longitud variable segons el valor.¹³

L'alçada serà la freqüència absoluta o relativa de la categoria corresponent a la barra, marcant si s'escau, una escala que permeti llegir bé l'alçada i les unitats corresponents.

Gràfic de sectors (pie chart)

Gràfic en què es representen parts d'un total per mitjà d'un cercle dividit en sectors proporcionals als valors de cadascuna de les categories representades.¹³

3.2.2. Variables quantitatives

Davant les dades corresponents a una variable numèrica cal descriure:

N: Número d'observacions en l'estudi

Màxim i mínim dels valors que té la variable

Rang de la variable: Diferència entre el valor màxim i el mínim.

Gràfic de punts

Consta d'un únic eix horitzontal amb una escala fixada en la que les observacions es representen per punts dibuixats per sobre del valor que les correspon. En cas de valors repetits, es situa un punt sobre l'altre. Si hi ha un valor allunyat dels altres o fora del patró previsible en el gràfic és una dada atímic o dada extrema (outlier).

3.2.3. Agrupacions de dades

Les distribucions de freqüències es poden presentar directament sense cap agrupació, però quan el nombre de valors de la variable és alt, disposem d'una gran quantitat d'informació en termes de valors diferents, l'extensió fa que sigui necessari simplificar optant per una distribució de freqüències agrupades.

Es tracta de resumir i fer més apreciable el patró de comportament de les variables, de guanyar en significació a costa d'una pèrdua d'informació. L'agrupació dels valors de les variables pot aplicar-se tant a les variables quantitatives com qualitatives. En aquest últim cas les raons de l'agrupació no sol ser la quantitat d'informació, encara que també es disposa de variables categòriques amb molts valors, sinó criteris conceptuals de categorització o criteris empírics de freqüències.

En el cas de les variables quantitatives la informació s'agrupa a partir de la construcció d'interval dels valors i disposar d'una taula de freqüències, així com de gràfics denominats histogrames que faciliten la lectura de la informació.

Histograma

Per a simplificar aquelles situacions en que la variable numèrica pren molts valors diferents o en les que hi hagi molts individus, s'agrupen les dades i representen les freqüències de les diferents agrupacions.

Un histograma és un diagrama de rectangles, on cada rectangle representarà una de les classes en les que es distribueixen els valors de la variable, de manera que la proporció sobre l'àrea total de l'àrea de cada rectangle és la freqüència relativa de la classe que representa.

En la interpretació dels histogrames cal destacar els aspectes següents:

- La simetria: L'histograma serà simètric si és possible realitzar un traç vertical de manera que el que queda a dreta i esquerra de l'eix siguin imatge especular.
- Els pics: Corresponen a intervals on es concentren els valors de la variable; unimodal si només hi ha un pic, bimodal si hi ha dos d'alçada similar.
- Les cues: En absència de simetria, un dels costats de l'histograma s'estén més lluny que l'altre.
- Cal detectar dades extremes, classes buides i si aquestes separen les poblacions en grups.¹¹

3.2.4. Mesures de centralitat

Diferents indicadors numèrics que pretenen descriure el lloc "central" de les dades. Informen de quin és el valor al voltant del que s'agrupen els altres valors. Venen expressades en les mateixes unitats que la variable.

Moda

La moda és el valor més repetit, aquell que té una freqüència més gra. Si hi ha diferents valors amb màxima freqüència, hi hauran varies modes i la distribució serà bimodal o trimodal.

Mediana

És un valor numèric que ocupa el lloc central una vegada observades les observacions de menor a major. Ocupa el lloc que es situa al mig de totes les observacions, deixant a banda i banda el mateix número d'observacions.

Mitjana

És el centre de gravetat de la distribució: el pes dels valors de les variables per sota de la mitjana és igual al pes dels valors de la variable per sobre de la mitjana.

La mitjana de les observacions d'una variable s'obté dividint la suma de totes les observacions pel número d'individus. La mitjana és una repartició de la suma total dels valors considerats entre totes les observacions.

Les diferències entre els valors de les observacions i la seva mitjana es denominen desviacions respecte a la mitja. La suma de totes les desviacions a costat i costat s'equilibren.

Els valors allunyats afecten a la mitja, és poc resistent als valors extrems, més accentuat en cas de poques dades. Té tendència a desplaçar-se cap a dades llunyanes.

3.2.5. Mesures de dispersió

Indicadors que mostren com es distribueixen les dades al voltant del valor central (mediana o mitjana), i de les possibles fluctuacions del valor de la variable.

Quartils (Q_{1-4})

Describeix la distribució de les dades en cada un dels dos grups en els que la mediana divideix la població. Divideix les dades ordenades en quatre grups amb aproximadament el mateix número d'individus per a veure quin lloc ocupa cada grup en relació als demés.

El rang interquantílic és la diferència entre el tercer i el primer quartil. Els cinc números resum de la distribució d'una variable (fivenum) són el mínim, Q_1 , la mediana, Q_3 i el màxim.

Diagrama de caixa (boxplot)

Representació gràfica de la distribució de freqüències o de probabilitat d'una variable mitjançant un rectangle que emmarca les freqüències o probabilitats compreses entre el percentil 25 i el percentil 75 i que està dividit per una línia que representa la mediana, coincident amb el percentil 50.¹⁴

Distribueix les observacions en quatre grups que contenen aproximadament el mateix número d'observacions, però no tots els grups ocupen el mateix "territori".

Donen molta informació sobre la simetria de les dades i sobre com es distribueixen les observacions en quatre grups que contenen aproximadament el mateix nombre d'observacions. També permeten visualitzar el rang interquartílic.

Cal destacar que, l'aspecte d'aquests diagrames depèn bastant dels valors màxim i mínim (per tant, de dos valors individuals) i cal tenir present aquesta informació quan investiguem braços que van del mínim a Q_1 i de Q_3 al màxim.

Resulten molt útils per comparar la distribució d'una variable en diferents poblacions o mostres.

Variància i desviació típica

La variància es calcula com la suma del quadrat de les desviacions respecte a la mitjana dividit per N. La variància mostral es divideix per N-1. En fer el quadrat de les desviacions s'eliminen les cancel·lacions que farien que la suma fos 0.

La desviació típica es defineix com l'arrel quadrada de la variància.

Donat que en la definició de la variància i la desviació típica intervé la mitjana, aquestes també es veuen afectades pels valors extrems.

3.3. Estadística inferencial

L'anàlisi de les dades estadístiques inclou dos aspectes diferents, però tractats conjuntament en el procés de tractament, anàlisi i interpretació: la vessant descriptiva i la vessant inferencial. Es tracta de respondre a la validesa de les conclusions extretes de l'anàlisi i si es poden extrapolar al conjunt de la població. Aquest es tracta d'un aspecte mecànic on a cada tècnica d'anàlisi que tracta amb dades mostrals i que acostuma a expressar-se en afirmacions com "estadísticament significativa", "nivell de significació del 5% (0,05)", "prova d'hipòtesi (no) és significativa". Aquest tipus d'afirmacions estableix la rellevància d'una afirmació descriptiva.

Les bases del comportament estadístic inferencial es fonamenten en el concepte de l'atzar, i en la idea de la probabilitat que es doni un determinat succés. Cada succés tindrà una probabilitat diferent, i el conjunt de successos dona lloc a una distribució de probabilitats.

La probabilitat i la distribució de la mostra són la base de les estimacions. Pretén afirmar alguna característica de la població a partir d'una part, assumint un determinat error que es pot calcular. Un determinat estadístic mostral està afectat per l'error estadístic i porta a intervals de confiança; és a dir el conjunt de valors (entre un mínim i un màxim) on probablement es situarà el valor poblacional.

L'objectiu fonamental és establir la validesa de les hipòtesis d'investigació expressades com a hipòtesis estadístiques i realitzar un contrast d'hipòtesis. Aquesta, afirma un estat de la situació i l'anul·lació del mateix, és a dir que no existeixen diferències significatives.

3.3.1. Estimació i intervals de confiança

Per obtenir informació de determinades característiques s'extreu una mostra d'un conjunt d'unitats d'aquesta població amb les que s'estima aquella característica poblacional. Es realitzen estimacions estadístiques (estadístics mostrals, com mitjana o proporció) de les característiques poblacionals, els mateixos càlculs referits a tota la població (paràmetres poblacionals). Al ser estimacions, els resultats estan afectades per un determinat marge d'error, pel fet de disposar només una part de la població (mostra) amb la que es vol conèixer un tret per a tot el conjunt poblacional. Les estimacions més el marge d'error constitueixen l'interval de confiança.

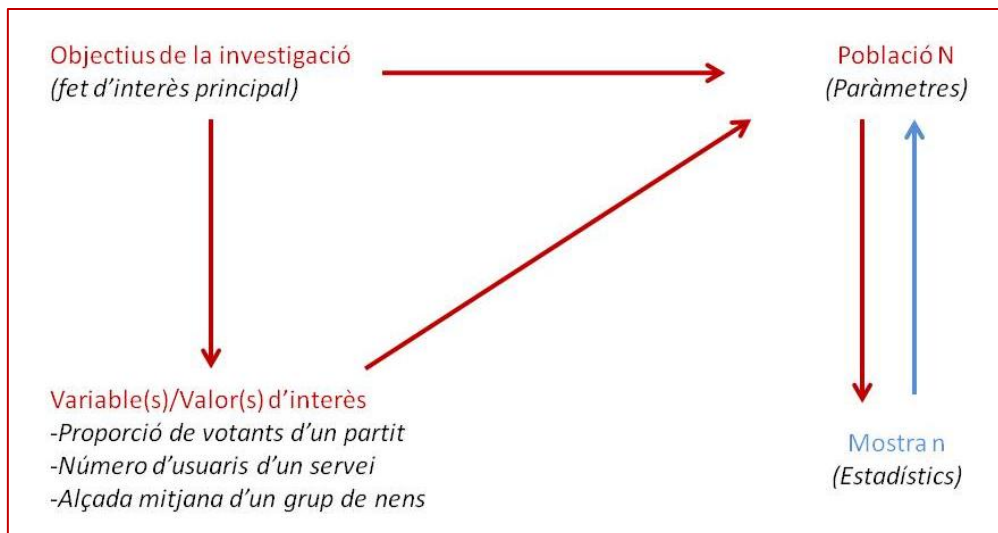


Figura 18 - Plantejament dels estudis a partir d'una mostra⁷

Teoria de l'estimació

Un estimador és una funció dels valors dels valors d'una mostra que permet obtenir un valor aproximat d'alguna característica de la població (paràmetre). El valor que pren aquest estimador a cada mostra rep el nom d'"estimació". L'estimador és una funció i l'estimació, un valor. Mentre que el paràmetre d'estudi és una constant, l'estimació és una variable.

Les característiques desitjables per a aquesta variable aleatòria són:

- Consistència: A mesura que augmenta el tamany de la mostra, la probabilitat de que l'estimació sigui el valor autèntic del paràmetre tendeix a 1.
- Sense biaix: El valor mitjà que s'obté de l'estimació per a diferents mostres ha de ser el valor del paràmetre.
- Eficiència: La dispersió respecte al valor central (variància) ha de ser tan petita com sigui possible.
- Suficiència: Utilitza tota la informació que existeix en la mostra.

Es consideren dos tipus d'estimació: A l'**estimació puntual**, trobem una estimació única per al paràmetre desconegut utilitzant els valors de mostra, mentre que en el cas de l'estimació d'interval, formem un interval en el qual el valor del paràmetre desconegut pot estar. L'interval obtingut es coneix com interval de confiança. Per tant, un **interval de confiança** proporciona un rang de valors estimat (basat en una mostra) que probablement inclogui un paràmetre de població desconegut. Si es treuen diverses mostres de la mateixa població i es calculen els intervals de confiança d'aquestes mostres, un cert percentatge (nivell de confiança) dels intervals inclourà el paràmetre de població desconegut. Els intervals de confiança es calculen de manera que aquest percentatge és del 95%, però podem produir un interval de confiança amb qualsevol percentatge. L'amplada de l'interval de confiança indica la incertesa sobre el paràmetre desconegut. Un interval molt ampli pot indicar menys confiança sobre el valor del paràmetre desconegut. Els intervals de confiança generalment són més informatius que la inferència simple extreta de les proves d'hipòtesis, ja que els intervals de confiança proporcionen un rang de valors plausibles per al paràmetre desconegut.

- Estimació puntual: Assignar un únic valor com estimació del paràmetre.
- Estimació per interval: Es donen dos valors entre els que es troba amb gran probabilitat el veritable valor de paràmetre.

	Paràmetres	Estimadors	Interval de confiança
Proporció	$p = \frac{n_a}{N}$	$p_o = \frac{n_a}{N}$	$p \in p_o \pm z_\alpha * \sqrt{p_o q_o / n}$
Mitjana	$m = \frac{\sum x_i}{N}$	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	$m \in \bar{x} \pm t_{\alpha, v} * s / \sqrt{n}$
Variància	$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - m)^2}{N}$	$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$	$P \left[\frac{(n - 1)s^2}{\chi^2_{1-\alpha/2, v}} \leq \sigma^2 \leq \frac{(n - 1)s^2}{\chi^2_{\alpha/2, v}} \right] = 1 - \alpha$

Figura 19 - Paràmetres i estimadors d'ús més freqüent

Estimació d'una proporció

L'estimador puntual d'una proporció d'un caràcter en una població és la freqüència relativa o proporció observada del caràcter en la mostra. La distribució, quan el tamany de la mostra (n) és prou gran, és una distribució normal de mitjana p i variància pq/n.

Es defineix en aquesta distribució un interval centrat que conté entre els seus límits una proporció (1 - α) dels valors de les proporcions observades en mostres de tamany "n". En augmentar el nivell de confiança, s'incrementa l'amplitud de l'interval i, al augmentar el tamany de la mostra, es redueix la desviació típica de l'estadístic proporció observada i això fa que disminueixi l'amplitud de l'interval.

Estimació de la mitjana

L'estimació de la mitjana poblacional (m) és la mitjana mostral (\bar{x}), que compleix totes les característiques d'un bon estimador.

Per a poder estimar la mitjana poblacional és necessari conèixer σ, desviació típica poblacional. Aquesta situació no és habitual, i cal estimar la desviació típica poblacional mitjançant la desviació típica mostral, "s". La distribució que segueixen les mitjanes mostrals tipificades, substituint la desviació típica poblacional per la mostral és una "t" d'Student, amb n - 1 graus de llibertat.

Estimació de la variància

L'estimació de la variància poblacional σ^2 és la variància mostral corregida, que té la variància més petita i, per tant és més eficient. És el quocient entre la suma de quadrats de les variàncies mostrals i la variància poblacional, amb una distribució Khi-quadrat amb n - 1 graus de llibertat.

Es construeix també un interval que tingui una probabilitat (1 - α) que contingui entre els seus límits el valor de la variància poblacional.

3.3.2. Contrast d'hipòtesi

Una hipòtesi és una afirmació sobre la distribució de probabilitat d'una o més variables.

En un contrast d'hipòtesi s'utilitzen dos tipus d'hipòtesi.

- La **hipòtesi nul·la (H_0)** que s'accepta provisionalment i es sotmet a comprovació empírica. Significa que no existeix diferència entre els resultats obtinguts en l'experiment i la hipòtesi plantejada. i, en conseqüència, les diferències trobades poden ser explicades per l'atzar.
- La **hipòtesi alternativa (H_1)** és qualsevol hipòtesi que no sigui nul·la. És la que s'accepta quan es rebutja la nul·la.

Una **prova d'hipòtesis** o un procediment de prova és un mètode per decidir si la hipòtesi nul·la és rebutjada o acceptada sobre la base d'una dada de la mostra. El procediment de prova té dos components: (1) s'utilitza una estadística de prova o funció de la mostra per prendre la decisió; (2) el procediment de prova decideix els possibles valors de l'estadística de prova en dos subconjunts: una regió d'acceptació per a la hipòtesi nul·la i una regió de rebuig per a la hipòtesi nul·la. Una regió de rebuig consisteix en aquells valors de l'estadística de prova que condueixen al rebuig de la hipòtesi nul·la.

La hipòtesi nul·la es rebutja si i només si el valor numèric de l'estadística de prova, calculat sobre la base de la mostra, cau a la regió de rebuig. A més del valor numèric de l'estadística de prova, es calcula el valor p, que és una probabilitat calculada mitjançant l'estadística de prova. Si el valor p és menor o igual que el nivell predit de significació, rebutgem la hipòtesi nul·la.

El **valor p** es defineix com la probabilitat d'obtenir un valor per a l'estadística de la prova com a extrem o més extrem que el valor observat donat que H_0 és veritable.

El **nivell de significació** es defineix com la probabilitat que l'estadística de prova es trobi a la regió crítica quan H_0 sigui cert.

Per provar la hipòtesi calen els següents passos:

1. Identificar el paràmetre d'interès. Pot ser la mitjana de la població, la variància poblacional, la distribució de la població, etc. La prova de la hipòtesi sempre es refereix als paràmetres de població o la seva distribució. Mai es tracta d'una mostra o d'una mostra de característiques.
2. Indicar la hipòtesi nul·la.
3. Indicar la hipòtesi alternativa.
4. Indicar l'estadística de prova per calcular el valor estadístic de la prova sota la hipòtesi nul·la.
5. Triar el nivell de significació.
6. Indicar l'àrea de rebuig i els criteris de rebuig. Els criteris de rebuig poden ser un enfocament de valor crític o un enfocament del valor p.
7. Indicar la conclusió si la hipòtesi nul·la és rebutjada o acceptada.

Les proves de contrast d'hipòtesi es poden dividir en tres grups:

- Conformitat: Una mostra pot pertànyer a una població teòrica. Es poden estudiar el tipus de distribució o els paràmetres que l'estudien.
- Homogeneïtat: Dos o més mostres poden pertànyer a una mateixa població desconeguda.
- Independència: Dues o més variables estan relacionades, són dependents entre sí en la població.

Proves paramètriques i Proves no paramètriques

La distribució de la variable que interessa comparar també és important a l'hora d'establir la prova estadística que permeti avaluar la hipòtesi nul·la d'igualtat, de manera que si la distribució és normal i compleix algunes altres condicions, s'utilitzen els anomenats tests paramètrics i si no compleix aquests criteris hi ha l'opció d'usar els anomenats test no paramètrics o de distribució lliure, que es basen en els rangs de distribució de la variable.

Les proves no paramètriques són menys potents, és a dir, són més exigents en rebutjar la hipòtesi nul·la d'igualtat i per tant tenen menys possibilitats d'encertar quan no la rebutgen (més possibilitats de cometre un error tipus beta).

Mostres aparellades o dependents

Si els subjectes de les mostres han estat triats de manera que s'assemblen en bastants de les seves característiques (el prototip serien els bessons, però també poden ser companys d'habitació en un col·legi, etc) o es tracta dels mateixos individus avaluats en dos moments diferents del temps, es parla de mostres aparellades. En aquest cas s'utilitzen proves estadístiques especials per a mostres aparellades.

Proves de dues cues i proves d'una cua

En les proves d'hipòtesis es pot partir de la idea que un dels grups d'estudi va a prendre valors majors o menors de la variable resultat que l'altre grup. En aquest cas utilitzaríem proves d'hipòtesi d'una cua. Aquesta no és una actitud prudent en investigació i és més raonable plantejar el que s'anomenen proves de dues cues, és a dir, considerant la hipòtesi "a priori" nul·la d'igualtat, és a dir, el valor de l'estadístic teòric és més gran per al mateix risc alfa.

Distribució	V. Independent (predictiva)	V. dependent (resultat)	Relació entre les mostres	Test estadístic
Normal (paramètrics)	Única mostra	Quantitativa		T-student per a una mostra
	Dicotòmica	Categòrica	No relacionades	No existeix - Khi-quadrat de Pearson.
			Relacionades	No existeix (no paramètrics)
		Quantitativa	No relacionades	t-student mostres independents
			Relacionades	t-student mostres relacionades
	Policotòmica	Categòrica	No relacionades	No existeix - Khi-quadrat de Pearson
		Quantitativa	No relacionades	ANOVA d'una via
			Relacionades	ANOVA de mesures repetides

Figura 20 - Classificació d'anàlisis estadístics paramètrics

Distribució	V. Independent (predictiva)	V. dependent (resultat)	Relació entre les mostres	Test estadístic
No normal (No paramètrics)	Única mostra			Binomial Khi-quadrat de Pearson Khi-quadrat de Mantel-Haenzel Prova de Kolmogorow-Smirnov Prova de las Ratxes
	Dicotòmica	Categòrica	Relacionades	Test exacte de McNemar Prova dels Signes
			No relacionades	Khi-quadrat de Pearson Test exacte de Fisher Test de Wilcoxon Prova dels signes
		Quantitativa	Relacionades	Mann-Whitney Mediana
			No relacionades	Z Kolmogorov-Smirnov Ratxes de Wald-Wolfowitz Valores extrems de Moses
	Policotòmica	Categòrica	No relacionades	Prova de Q de Cochran
		Quantitativa	Relacionades	Prova de Friedman W de Kendall (concordança)
			No relacionades	Prova de Kruskal-Wallis Mediana K variables ANOVA de dos vies por rangs

Figura 21 - Classificació d'anàlisis estadístics no paramètrics

Comparació de dades quantitatives entre dos o més grups

La prova estadística que s'utilitza per a contrastar la hipòtesi nul·la d'igualtat de mitjanes per a una mostra o entre dues mostres, és la t d'Student. Per a l'aplicació de la t d'Student es requereix que la distribució de la variable quantitativa sigui normal en ambdós grups de comparació. Hi ha la possibilitat que les variàncies dels dos grups sigui iguals o desiguals o que les mostres siguin aparellades o no aparellades.

Quan no es compleixen els criteris de normalitat, s'utilitzen test no paramètrics, tal com la prova de Mann-Whitney, per al cas de mostres independents i la prova de Wilcoxon per a mostres aparellades, entre d'altres.

Quan fem comparacions de dades quantitatives entre més de dos grups s'utilitza el denominat Anàlisi de la Variància (ANOVA). ANOVA avalua la possible igualtat de mitjanes d'una variable quantitativa entre diverses mostres sense augmentar la taxa d'error tipus I, resol el problema de les múltiples comparacions. Quan no es compleixen les condicions necessàries per aplicar ANOVA, l'alternativa no paramètrica que s'utilitza de manera més habitual és la prova de Kruskal-Wallis per mostra independents i la prova de Friedman per a mostres aparellades, entre d'altres.

Comparació entre dos grups de dades qualitatives

Si volem comparar la freqüència de presentació d'una variable categòrica, ja sigui dicotòmica o policotòmica, en dos o més grups, és a dir, en el cas en què la variable de comparació sigui una variable qualitativa, les dades es resumeixen o s'agrupen en les anomenades taules creuades o taules de contingència. En la situació més senzilla, quan comparem la freqüència de presentació d'una variable dicotòmica en dos grups, la informació es distribueix en una taula que té quatre cel·les, en cadascuna de les quals es disposen els subjectes que reuneixen o no reuneixen les condicions de les dues variables.

La prova estadística que s'utilitza per contrastar la hipòtesi nul·la d'independència de les dues variables és la prova Khi-quadrat de Pearson o altres similars. Quan els subjectes estan aparellats per altres variables presumptament conponents, se sol utilitzar la prova exacta de McNemar. La prova de Khi-quadrat es basa en que les diferències existents entre el que s'ha observat en la nostra mostra i el que seria d'esperar sota la hipòtesi nul·la d'independència de les dues variables siguin o no prou grans com per rebutjar la hipòtesi d'independència de les dues variables.

3.3.3. Test de Khi-quadrat

Com en tota prova estadística de contrast d'hipòtesis podem distingir 4 passos en la seva realització:

1. Formulació de les hipòtesis nul·la i alternativa, en aquest cas:
 - a. H_0 : Les variables són independents.
 - b. H_1 : Les variables no són independents, existeix cap.
2. Es calcula el valor de l'estadístic, aquí el Khi-quadrat (X^2).
3. Es determina la probabilitat associada al estadístic.
4. Es pren la decisió acceptant o rebutjant la hipòtesi nul·la.

La forma de conèixer l'existència o no d'associació entre dues variables consisteix en contrastar les freqüències observades o reals amb les freqüències esperades o teòriques suposant que no hi hagués associació, és a dir, suposant que fossin independents. En comparar aquestes freqüències, si no hi ha diferències entre elles conclourem l'absència d'associació o de relació d'interdependència, i direm que les variables són independents entre si. Però quan es produeixen diferències entre aquests valors, per excés o per defecte, cal determinar si aquestes diferències són prou importants, si l'associació que indiquen és significativa, o bé si les diferències observades en la mostra són atribuïbles simplement a l'atzar.

L'avaluació estadística de les diferències es realitza pel criteri de distàncies, on es defineix un índex com la distància quadràtica o de khi-quadrat

$$X^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(n_{ij} - n_{ij}^e)^2}{n_{ij}^e}$$

per tot $i = 1, \dots, I, j = 1, \dots, J$ amb $I, J \geq 2$ i amb $v = (I - 1) * (J - 1)$ graus de llibertat

D'altra manera, és la suma de totes les caselles on es calcula en cada una d'elles la diferència entre la freqüència observada i esperada (el residu) que s'eleva al quadrat i es divideix pel número de casos esperats en cada casella. En elevar al quadrat els residus s'aconsegueix que no es compensin els positius amb els negatius i sumen zero, i en dividir per les freqüències esperades s'aconsegueix relativitzar les caselles amb majors i menors contribucions. El resultat és un valor numèric que anomenarem Khi-quadrat observat (o X^2) que expressa la distància mitjana entre els valors.

Calculat l'estadístic del Khi-quadrat és necessari valorar si expressa diferències importants entre l'observat i l'esperat o bé si aquest valor de diferències no és important, es deu simplement a fluctuacions a l'atzar, i cal concloure la independència entre les variables. El valor obtingut per l'estadístic es contrasta llavors amb el valor crític de la distribució teòrica de X^2 , el qual es fixa segons el nivell de significació α (probabilitat a partir de la qual acceptarem la hipòtesi nul·la).

Aquest valor es consulta a una taula teòrica dels valors de Khi-quadrat, considerant els graus de llibertat, indicador de la dimensió de la taula i de les sumes. El valor crític separa les zones d'acceptació i rebuig, representat gràficament

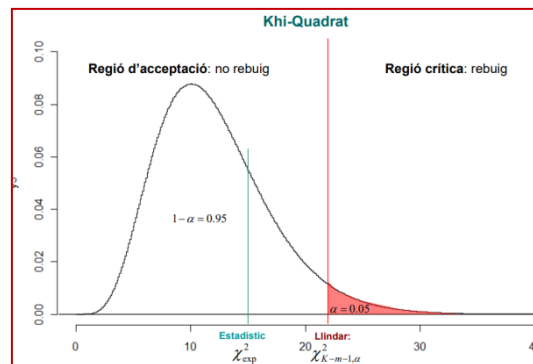


Figura 22 - Prova d'independència de Khi-quadrat

La resposta s'expressa com la probabilitat d'obtenir un valor igual o més gran que el Khi-quadrat observat, és a dir, quina és la probabilitat que es doni la hipòtesis nul·la. Si és inferior a 0.05, determinat nivell de significació, es conclou una relació d'associació.

La distribució teòrica de Khi-quadrat és una família de corbes diferents segons els graus de llibertat, i a mesura que aquests augmenten s'aproxima cada com més a la distribució normal.

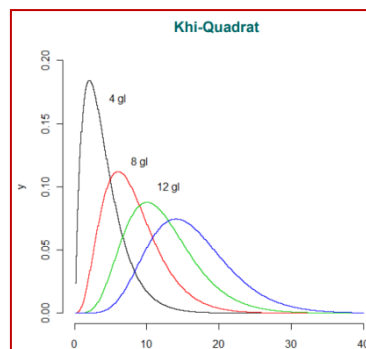


Figura 23 - Forma de distribució Khi-quadrat segons els graus de llibertat

3.4 Anàlisi bivariable

Busca respondre preguntes més complexes on es plantegen relacions entre dues variables, en lloc de l'anàlisi d'una sola variable amb la diferenciació entre l'aspecte descriptiu i l'aspecte inferencial de la informació obtinguda d'una mostra.

En la classificació de les tècniques d'anàlisi de dades, a més de la quantitat, és definitori el tipus de relació que s'estableix entre les variables, on es realitza una distinció entre tècniques d'anàlisi d'interdependència i de dependència. En el primer cas es disposen d'un model d'anàlisi que planteja de manera més o menys precisa l'existència d'una sèrie d'interrelacions entre un conjunt de variables però on no es diferencia el seu paper al tractar-les de forma simètrica, totes elles es consideren com a independents i interessa trobar o constatar el seu patró o estructura de relacions mútues i simultànies. En el segon cas sí que s'estableix la diferenciació entre variable dependent i independent, una(s) actuen

de variables explicades i una altra(s) de variables explicatives segons un model d'anàlisi explicatiu que conceptualitza i explicita hipòtesis sobre el vincle de dependència.

Hi ha un tercer aspecte fonamental per a caracteritzar les tècniques d'anàlisi de dades: el nivell de mesurament de les variables, la seva mètrica. En funció de si les variables són quantitatives (mètriques, de tipus discret o continu) o qualitatives (no mètriques, de tipus nominal o ordinal) cal establir aquest tercer criteri classificatori que les diferencia i defineix.

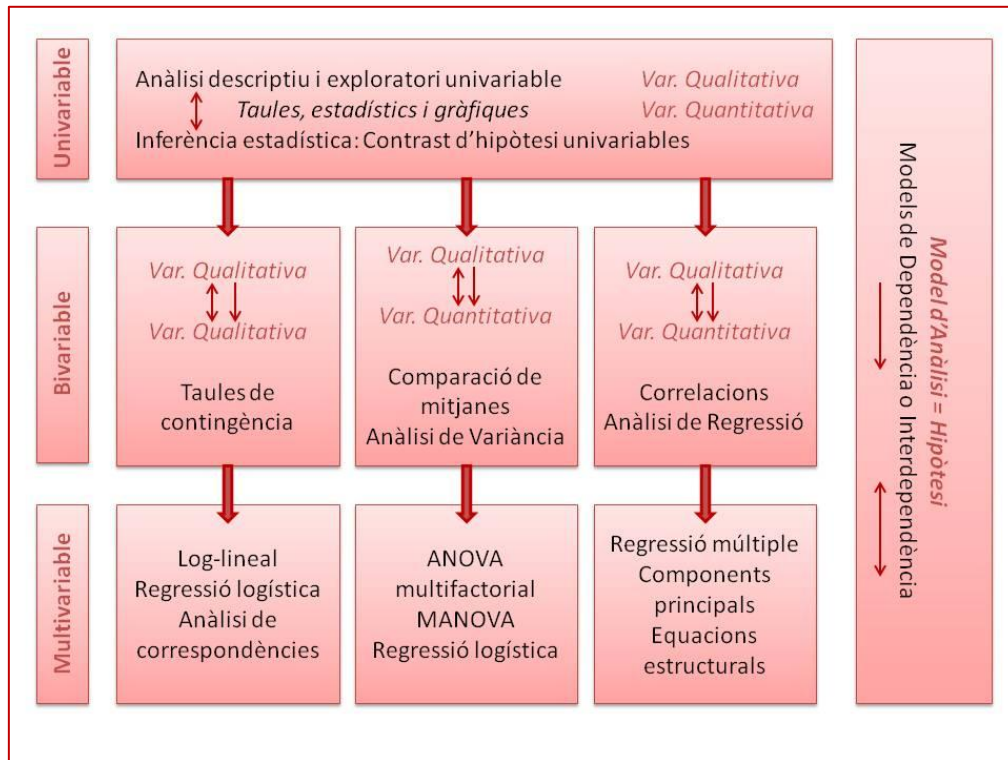


Figura 24 - Classificació de les tècniques d'anàlisi de dades⁷

Si es tracta de dues variables, ens podem trobar que o totes dues són qualitatives, o són quantitatives les dues o bé analitzem la relació entre una qualitativa i una quantitativa.

3.4.1. Taules de contingència

Quan analitzem la relació entre dues variables qualitatives la tècnica d'anàlisi de dades característica és l'anàlisi de taules de contingència. Una taula de contingència en una taula de freqüències que resulta de l'encreuament de les categories o valors de les dues variables i permet estudiar la distribució d'una variable.

Es pot considerar com una tècnica de base destinada a la lectura i estudi de les relacions entre unes poques variables, entre dues i tres habitualment, que s'utilitza en un exercici d'anàlisi descriptiva de les seves relacions així com tractament previ per a qualsevol anàlisi més complex de relacions multidimensionals.

Analitzar la relació entre dues o més variables a partir d'una taula de contingència condueix a adquirir l'habilitat de lectura d'aquest tipus d'informació i a interpretar les dades que apareixen a la taula a partir dels càlculs de percentatges que es poden obtenir en cada casella d'una taula. Així es pot determinar l'existència i la naturalesa de la relació d'associació entre les variables considerades.

En segon lloc, aquesta lectura i interpretació inicial de la possible associació entre les variables requerirà una fonamentació estadística que s'establirà mitjançant la prova de Khi-quadrat el resultat determinarà la significació estadística de la relació.

En tercer lloc, l'anàlisi es completa amb el càlcul d'altres estadístiques destinats a establir la força de l'associació, ja sigui a nivell global, entre variables, o nivell local, en caselles concretes per combinacions de categories o valors concrets d'aquestes variables.

Es pot fer una representació gràfica mitjançant un diagrama de barres agrupades o bé, mitjançant barres apilades amb els percentatges que sumen el 100%.

Definició

Una taula de contingència amb dues variables (de dues dimensions) és una taula de doble entrada que relaciona dues variables qualitatives (mesures a nivell nominal o ordinal o que són tractades en aquesta escala de mesura) donant lloc a la distribució conjunta de freqüències disposades a files i en columnes segons les categories o valors de cadascuna de les variables, amb tantes cel·les com combinacions de categories o valors de les dues variables hi hagi.

A partir d'una taula de contingència de dues dimensions, constituïda de I files, indexades per i, amb $i = 1 \dots I$, i de J columnes, indexades per j, amb $j = 1 \dots J$, que creua dos variables qualitatives Y i X.

N(I,J)		X						Total
		1	2	...	j	...	J	
Y	1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1j}	...	n_{1J}	n_{1+}
	2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2j}	...	n_{2J}	n_{2+}
	:	:	:	:	:	:	:	:
	i	n_{i1}	n_{i2}	...	n_{ij}	...	n_{iJ}	n_{i+}
	:	:	:	:	:	:	:	:
	I	n_{I1}	n_{I2}	...	n_{Ij}	...	n_{IJ}	n_{I+}
	Total	n_{+1}	n_{+2}	...	n_{+j}	...	n_{+J}	n_{++}

Figura 25 - Taula de contingència

De la distribució conjunta de dues variables resulten dos tipus de freqüències: absolutes i relatives. La freqüència absoluta de cada cel·la inclou el número de casos que comparteixen dues característiques a la vegada. Les freqüències relatives s'expressen en proporció o en percentatge.

Lectura d'una taula

En una anàlisi d'una taula de contingència amb dues variables (distribució bivariable o de dues dimensions) es pot examinar la distribució d'una de les variables (la considerada com a dependent) segons els valors, o dins de cadascuna de les categories, de la una altra variable (la considerada com a independent). La lectura d'una mateixa taula dependrà del punt de vista de la predicció, de la direccionalitat de la relació que l'investigador/a substantivament necessita establir.

Això vol dir formular una hipòtesi per a ser contrastada en una anàlisi de taules de contingència. Segons la hipòtesi, i la direccionalitat afirmada, la lectura de la taula i la comparació dels percentatges que comporta seran diferents: o bé es comparen percentatges o distribucions condicionals per fila o bé per columna.

Entre dues variables existeix associació quan la distribució de la variable dependent difereix entre les diverses categories de la variable independent, és a dir, quan les distribucions condicionals per columna difereixen entre si. Si no existís associació entre les variables la distribució percentual marginal de la variable dependent es reproduiria en cadascuna de les categories de la variable independent (propietat d'homogeneïtat de les proporcions condicionals). Des del moment en què les distribucions condicionals s'allunyen de la "mitjana" es produeix una desviació respecte de la independència.

L'associació captada a través de la lectura dels percentatges és una forma "intuïtiva" de constatació, absolutament necessària i rellevant, però que requereix concretar (objectivar) en mesures que ens indiquin, quan treballem amb mostres estadístiques, si és significativa o no des un punt de vista estadístic.

Per a contrastar la hipòtesi d'associació entre les variables es realitza el test d'independència de Khi-quadrat de Pearson.

3.4.2. Comparació de mitjanes

Quan analitzem la relació entre una variable quantitativa i una variable qualitativa la tècnica d'anàlisi principal que es considera és la comparació de mitjanes i, de forma més general, l'anàlisi de variància. En aquest cas es tracta de veure fins a quin punt la distribució dels valors de la variable quantitativa, que és considerada com la dependent, canvia, és diferent entre els diferents grups definits per la variable independent.

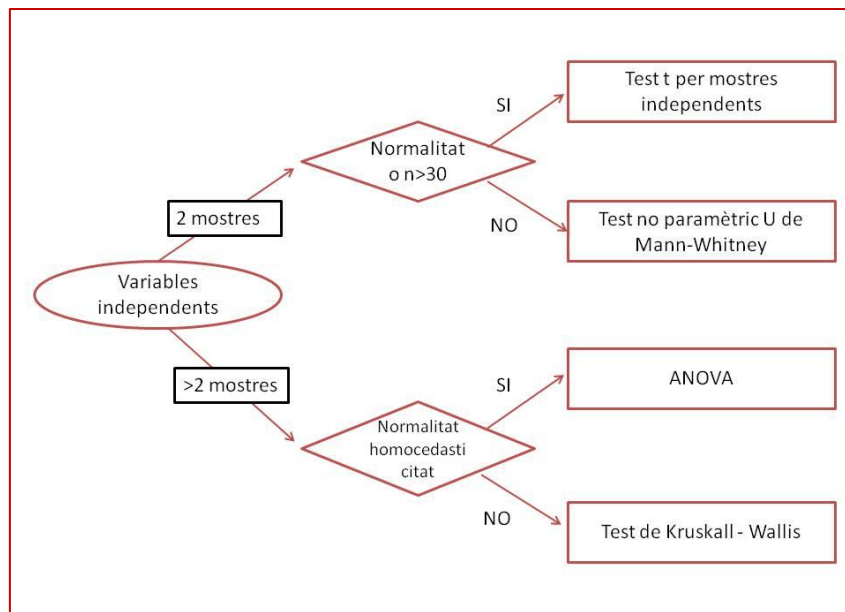


Figura 26 - Test per contrast de comparació de mitjanes

3.4.3. Risc, Oportunitat, Risc Relatiu i Odds Ràtio

L'interès de l'estudi radica en conèixer la influència que una sèrie de variables (història d'intubació difícil, patologia associada a VAD, distància tiromental, limitació de la mobilitat cervical, obertura bucal i test de Mallampati) tenen en una variable resposta, la dificultat d'intubació. Existeixen una sèrie de conceptes relacionats amb la comparació de riscos, s'il·lustren amb un exemple.

En 1 de cada 100 induccions anestèsiques es produeix una VAD inesperada. Per tant, la **probabilitat** o **risc** de que triada una inducció a l'atzar aquesta tingui una VAD inesperada és de $R=1/100$. És simplement el número de casos en que el succés succeeix dividit pel total de casos.

Una altra manera de dir el mateix és amb el terme **oportunitat**, es refereix al número de casos en que l'esdeveniment succeeix dividit pel número de casos en que no succeeix. $O=1/99$

Ara és quan s'introdueix el concepte de **factor de risc**, s'observa que en el cas presència d'una limitació a la mobilitat cervical, la VAD apareixia en 5 de cada 100 induccions. Això suposa un risc $R=5/100$ o, una oportunitat de 5 de cada 95, $O=5/95$.

Aquests conceptes es poden expressar numèricament:

- **Risc Relatiu (RR):**
 - El risc relatiu pot definir-se com la probabilitat de que l'efecte (intubació difícil) aparegui en persones exposades comparat amb la probabilitat de que l'efecte aparegui en persones no exposades. Basat en el concepte de probabilitats
 - El RR indica quantes vegades és més probable la intubació difícil en un grup respecte a l'altre. Mesura la força d'associació, emprant la incidència acumulada com a mesura de risc.
 - Interpretació:
 - $RR = 1$ no existeix relació entre els factors de risc i l'aparició de VAD. Tenen la mateixa probabilitat els dos grups.
 - $RR > 1$ l'exposició al factor augmenta la probabilitat d'intubació difícil. Factor de risc.
 - $RR < 1$ factor protector. L'exposició al factor disminueix la probabilitat de l'esdeveniment.
 - El risc ha augmentat per 5, que correspon al RR, com el quocient entre el risc de VAD en limitació de mobilitat i els que no han estat exposats,
 - $RR = \frac{\text{Risc exposats}}{\text{Risc no exposats}} = \frac{5/100}{1/100}$
- **Odds Ràtio (OR):** Oportunitat relativa.
 - L'associació d'una exposició i una VAD es mesura amb el càlcul de la raó de probabilitats (Odds Ràtio), que constitueix una estimació puntual de la influència d'una determinada exposició en el passat que ha tingut en la malaltia actual.
 - Es parteix de la hipòtesis que la freqüència de malaltia és major en les persones exposades. Basat en el concepte de possibilitat
 - Quocient entre les probabilitats d'exposició entre els malalts (raó: casos exposats/casos no exposats) i les probabilitats d'exposició entre els sans (raó: sans exposats/sans no exposats).

- Característiques de l'Odds Ràtio:
 - Un valor d'OR=1 s'interpreta com que no hi ha factor de risc, perquè l'oportunitat per exposats i no exposats és la mateixa.
 - Un valor d'OR més gran que 1 suposa un factor de risc, doncs és més gran l'oportunitat de que succeeixi l'esdeveniment en els exposats al factor que als que no.
 - En el cas de valors d'OR menors d'1 es redueix la freqüència del succés; és a dir, és menor l'oportunitat de que succeeixi l'esdeveniment en els individus exposats que en els controls (factor protector).
- L'OR pren valors de 0 a infinit. Això permet, mitjançant el model de regressió logística, determinar intervals de confiança. Si aquests intervals inclouen al valor OR=1, no es pot rebutjar que el factor de risc o protector no ho sigui.
- Estimem la freqüència de l'exposició entre els casos i els controls i així obtenim una estimació de l'augment de probabilitat de tenir una intubació difícil si s'està o no exposat.
 - És el quocient entre la oportunitat de les VAD amb limitació de la mobilitat cervical (factor de risc) i els que no han estat exposats
 - $OR = \frac{Oportunitat\ exposats}{Oportunitat\ no\ exposats} = \frac{5/95}{1/99}$

3.4.4. Teorema de Bayes: Aplicació a tests predictius

El teorema de Bayes va ser desenvolupat en 1764 pel matemàtic i religiós Thomas Bayes amb el propòsit de calcular les probabilitats condicionals, és a dir la probabilitat que un esdeveniment passi (o no passi) a condició que un altre esdeveniment previ hagi ocorregut.

El teorema de Bayes permet calcular la probabilitat condicionada d'un succés A respecte a un altre B, P(A/B), coneixent la probabilitat de B condicionada a A i la probabilitat de A. És una conseqüència de la definició de probabilitat condicionada.

Si es generalitza el teorema de Bayes per aplicar-lo a una col·lecció de successos que formen una partició de Ω , per exemple, els successos A_1, A_2, \dots, A_n , y un succés B que si succeeix ho fa conjuntament amb un, o alguns o amb tots els successos de la partició, la probabilitat que es realitzi A_j sabent que s'ha presentat B s'expressa com:

$$P(A_j/B) = \frac{P(B/A_j) * P(A_j)}{\sum_{i=1}^n P(B/A_i) * P(A_i)}$$

El teorema de Bayes permet valorar, si es coneix la prevalença de la malaltia(P(M)), la probabilitat de que un individu que presenta un diagnòstic positiu està realment malalt i la probabilitat de que un individu que presenta un diagnòstic negatiu estigui realment sa.

En aquest estudi, s'avalua la capacitat de la prova per a discriminar entre poblacions d'individus difícils d'intubar i els que no ho son, ja que es suposa que cap test pronòstic donarà sempre positiu si l'individu presenta la característica i sempre donarà negatiu si l'individu està sa.

Per fer-ho, cal plantejar un disseny experimental molt senzill que consisteix en diagnosticar amb el test a dos subconjunts d'individus, un format per individus sans i altre per individus malalts. D'aquesta manera es calcula la probabilitat de que, si un individu estigui realment sa doni negatiu (P(-/S)) i la probabilitat

de que, si un individu està realment sa doni negatiu ($P(-/S)$) i la probabilitat de que, si un individu estigui realment malalt, doni positiu ($P(+/M)$).

- La capacitat d'una prova diagnòstica per a detectar com malalts als individus malalts es denomina **sensibilitat** = $P(+/M)$.
- La capacitat d'una prova diagnòstica per a detectar com a sans als individus sans es denomina **especificitat** = $P(-/S)$.

Un diagnòstic serà òptim si la probabilitat de que un individu estigui malalt, sabent que ha donat positiu ($P(M/+)$), és igual a un i si la probabilitat de que un individu estigui sa, sabent que ha donat negatiu ($P(S/-)$), és igual a u.

Com la prevalença de la malaltia, la sensibilitat i l'especificitat del test no son iguals a u, les probabilitats associades als diagnòstics (malalt - sa) tampoc pot ser igual a u, s'han de calcular per a poder obtenir una valoració de la qualitat del diagnòstic.

El càlcul del **valor predictiu** positiu, $P(M/+)$, i negatiu es fa a partir dels valors de sensibilitat i especificitat aplicant el teorema de Bayes:

$$VPP = P(E/+)= \frac{P(E \cap +)}{P(+)} = \frac{P(+/E) * P(E)}{P(+/E) * P(E) + P(+/S) * P(S)}$$

$$VPN = P(S/-) = \frac{P(S \cap -)}{P(-)} = \frac{P(-/S) * P(S)}{P(-/S) * P(S) + P(-/E) * P(E)}$$

Els valors predictius, o la qualitat del diagnòstic, depenen per una banda, de la sensibilitat i especificitat del test que s'utilitza, i per altre, de la prevalença de la malaltia en la població on s'aplica la prova.

Aquests conceptes són totalment aplicables als tests predictius, i per tant de les variables estudiades en la gestió de la via aèria, motiu pel que s'inclou en la investigació.

3.5. Regressió logística

Un procés binomial està caracteritzat per la probabilitat d'èxit, representada per p, la probabilitat de fracàs es representa per q. De vegades, s'usa el quocient p/q que indica quant més probable és l'èxit que el fracàs, com a paràmetre característic de la distribució binomial. Els models de regressió logística són models de regressió que permeten estudiar si una variable categòrica depèn, o no, d'una altra o altres variables. La distribució condicional de la variable dependent, en ser categòrica, no pot distribuir-se normalment, pren la forma d'una distribució binomial i, en conseqüència la variància no és constant, trobant situacions de heteroscedasticitat.

Permet mesurar el signe de la relació establerta i estimar o predir la probabilitat de que un esdeveniment succeeixi definit com "Y = 1" en funció dels valors que adopten les variables independents.

La tècnica de la regressió logística s'origina en la dècada dels anys 60 amb el treball de Cornfield, Gordon i Smith (1961). Walter i Duncan (1967) la utilitzen en la forma actual, sent a partir dels anys 80, amb l'ajuda de la informàtica aplicada, que es generalitza el seu ús. La regressió logística barreja dues

tradicions de l'anàlisi estadística: l'anàlisi de taules de contingència amb el tractament de models log-lineals, i l'anàlisi de regressió per mínims quadrats ordinaris. En tots dos casos ens trobem amb limitacions que la regressió logística resol: en el primer cas els models de dependència no podien utilitzar variables contínues i en el segon les variables categòriques no sempre funcionen com a bons predictors.

En aquest treball es presenta una variable que descriu una resposta en forma de dos possibles successos (intubació difícil, intubació no difícil), i es vol estudiar l'efecte que altres variables, independents, tenen sobre ella (història d'intubació difícil, patologia associada a VAD, distància tiromental, limitació de la mobilitat cervical, obertura bucal i test de Mallampati). El model de regressió logística permet estimar la probabilitat de que es presenti l'esdeveniment intubació difícil i avaluar la influència que cada variable independent té sobre la resposta.

3.5.1. Interpretació del model

El model de regressió logística pot escriure's com:

$$\log \left[\frac{p}{1-p} \right] = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n$$

on p és la probabilitat (risc) de que succeeixi l'esdeveniment d'interès, les variables independents estan representades amb la lletra x , i els coeficients associats a cada variable amb la lletra b .

Donat el valor de les variables independents es pot calcular directament l'estimació del risc de que es produeixi l'esdeveniment d'interès:

$$p = \frac{e^{b_0+b_1x_1+\dots+b_nx_n}}{1 + e^{b_0+b_1x_1+\dots+b_nx_n}}$$

L'oportunitat per als individus de referència, sense factors de risc, és $\exp(b_0) = e^{b_0}$.

En qualsevol altre coeficient del model, la quantitat $\exp(b_1) = e^{b_1}$ coincideix amb l'OR de l'augment del valor de x_i en una unitat respecte a aquells individus que presenten els valors de totes les altres variables iguals.

El model logístic té una forma de corba. Per estimar el model es busca la corba que millor s'ajusta a les dades reals.

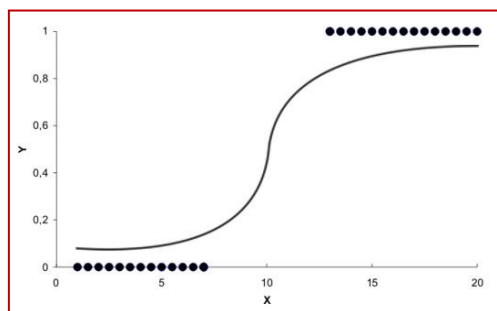


Figura 27 - Diagrama de dispersió amb una relació entre dos variables ben definida

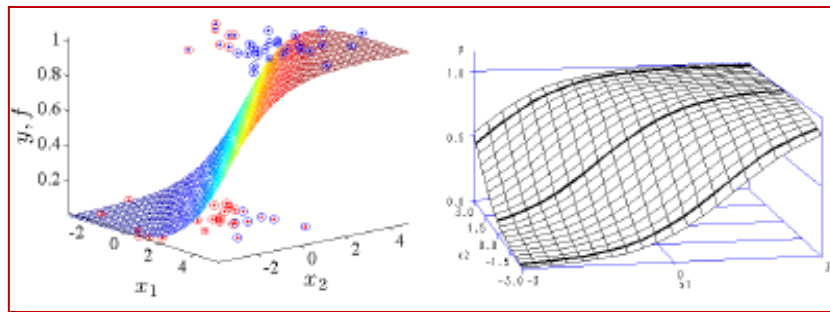


Figura 28 - Diagrama de dispersió en una bona relació amb múltiples variables

3.5.2 Estimació del model

Per a l'estimació del model es fa servir el mètode d'estimació per màxima versemblança que no estableix cap restricció respecte de les característiques de les variables predictores, aquestes poden ser nominals, ordinals o per interval. En el procediment de màxima versemblança se seleccionen les estimacions dels paràmetres que facin possible que els resultats observats siguin el més versemblants possibles. A la probabilitat dels resultats observats, donades les estimacions dels paràmetres, se l'anomena versemblança. Com la versemblança és un valor petit s'utilitza com a mesura d'ajust del model a les dades "-2 vegades el logaritme de la versemblança" o -2LL. Un bon model és aquell que dona lloc a una versemblança gran pel qual el valor de -2LL serà petit.

S'utilitza Khi-quadrat per contrastar la reducció en el valor quan s'introdueix una variable independent. Es compara la diferència entre (-2LL) o desviació del model inicial (anomenat nul) sense la inclusió de variable predictiva i la desviació del model en incloure una o més variables predictores. Khi-quadrat contrasta la hipòtesi nul·la, postula que els coeficients de tots els termes excepte la constant són zero. Els graus de llibertat en aquest cas estan donats per la diferència entre el nombre dels paràmetres dels dos models.

3.5.3 Interpretació del resultat

En la regressió logística la variable dependent és dicotòmica, per la qual cosa el que interessa és predir la probabilitat d'ocurrència d'un esdeveniment. El procediment de càlcul del coeficient logístic compara la probabilitat d'ocurrència amb la probabilitat que no passi.

Els coeficients b són les mesures dels canvis en la raó de probabilitat denominat "oportunitat relativa". Estan expressats en logaritmes i han de ser transformats per ser interpretats. Un coeficient positiu augmenta la probabilitat d'ocurrència, i un coeficient negatiu la disminueix.

A l'hora d'avaluar la validesa i qualitat d'un model de regressió logística múltiple, s'analitza tant el model en el seu conjunt com els predictors que el formen. Es considera que el model és útil si és capaç de mostrar una millora respecte al model nul, el model sense predictors. Existeixen 3 test estadístics que quantifiquen aquesta millora mitjançant la comparació dels residus: likelihood ratio, score i Wald test. No hi ha garanties de que els 3 arribin a la mateixa conclusió, quan això passa sembla ser recomanable basar-se en el likelihood ratio.

Per a la contrastació dels coeficients s'utilitza l'estadístic W de Wald, que és igual al quadrat de la raó entre un coeficient de regressió i el seu error típic. L'estadístic W segueix una distribució Khi-quadrat, amb un grau de llibertat, el que és apropiat per al seu ús amb dades categòriques.

3.6. Eines informàtiques

L'anàlisi de dades quantitatives requereix la utilització de programari específic per a la realització de diferents tasques que genèricament englobem en la fase de l'anàlisi de les dades. Entre elles es troba el registre de les dades, la seva depuració, el tractament de fitxers, la transformació de les variables i l'anàlisi pròpiament dita a través de les diferents tècniques implementades, ja siguin de processament d'un càlcul numèric o estadístic o de representació gràfica

R és un programari estadístic que s'ha anat convertint des de la seva creació el 1993 en un dels programes informàtics per a l'anàlisi de dades més utilitzats arreu al món. En totes les disciplines científiques i àmbits professionals d'aplicació, R és una referència obligada. És un producte de primera qualitat, potent i eficient, flexible, que s'ha estès mundialment amb una xarxa de suport entre usuaris valuósíssima, al millor preu possible: programari lliure que es distribueix gratuïtament sota llicència GNU9.

R és un llenguatge i un entorn de treball destinat al tractament i anàlisi de dades estadístiques i a l'elaboració de gràfics. Va ser desenvolupat inicialment per Robert Gentleman i Ross Ihaka¹¹ del Departament d'Estadística de la Universitat de Auckland (Nova Zelanda) el 1993 (Ihaka i Gentleman, 1996) i actualment és desenvolupat pel R Development Core Team. Originalment R es va programar en el llenguatge S i ha heretat el seu caràcter de llenguatge de programació orientat a objectes. La seva pàgina web és: <http://www.r-project.org/>. La primera versió, la 1.0.0, va aparèixer a internet a l'any 2000 (Fox, 2009).

El programari R és una eina adequada per a realitzar l'anàlisi de dades a les ciències de la salut, ja que permet a l'usuari calcular diferents paràmetres estadístics, realitzar els contrastos per al disseny, classificació o validació de diferents tests predictius o diagnòstics.

Per a l'anàlisi de les dades es va utilitzar el programari lliure R (R version 3.5.1 (2018-07-02) -- "Feather Spray", Copyright (C) 2018 The R Foundation for Statistical Computing), a través de la interfície RStudio, per relacionar i analitzar estadísticament les variables objecte de cada part de l'estudi, i avaluar les hipòtesis que es plantegen.

El motiu pel qual s'ha escollit aquest programari és per l'àmplia varietat de models estadístics i tècniques gràfiques que proporciona. R és un conjunt integrat d'instal·lacions de programari per a la manipulació de dades, càlcul i visualització gràfica. La interfície RStudio, és un entorn de desenvolupament integrat de R, que facilita la utilització i comprensió del codi.

En terminologia de R cada programa concret destinat a la realització d'una tasca específica d'anàlisi es denomina package. Quan s'instal·la el programa es disposa d'un conjunt base de paquets que es poden anar ampliant des del propi programa accedint al CRAN. Les llibreries de R emprades a més del paquet bàsic són:

- library(bdpv)
- library(car)
- library(epiR)
- library(knitr)
- library(readxl)
- require(VIM)
- library(stats)

4. Dificultats en la intubació en un hospital pediàtric: Anàlisi univariant

Es tracta d'un estudi realitzat a l'Hospital Infantil de l'HUVH a Barcelona, centre de referència de l'àrea d'atenció integral de salut de Barcelona Nord, que comprèn cinc districtes de la ciutat de Barcelona i una població de més de 430.000 persones. S'ofereixen tractaments específics i avançats en neonatologia, trasplantaments pediàtrics i cirurgia cardíaca. A més, especialitzats en patologies com la fibrosi quística o la cirurgia fetal i centre líder en onco-hematologia, neurologia, malalties minoritàries, pneumologia, nefrologia, cremats i cirurgia mínimament invasiva.

Aquest estudi observacional retrospectiu va ser revisat i aprovat pel Comitè d'Ètica d'Investigació amb medicaments i per la Comissió de Projectes d'Investigació de l'Hospital Universitari Vall d'Hebron.

Es van registrar de manera retrospectiva dades rellevants en tots els pacients entre 0 i 16 anys sotmesos a intervenció quirúrgica, electiva i d'urgència, l'any 2018 amb anestèsia general i intubació endotraqueal a l'àrea quirúrgica de l'Hospital Infantil (9 quiròfans). S'han codificat totes les dades recopilades per garantir el compliment dels drets de privacitat dels pacients.

S'exclouen els pacients que inicialment estaven previstos per a una tècnica d'anestèsia general amb dispositiu supraglòtic o sedació, tret que posteriorment es convertissin en anestèsia general que requerís intubació endotraqueal. També es van excloure els pacients que van entrar al quiròfan amb un tub endotraqueal o traqueotomia in situ. Totes les intubacions van ser realitzades per anestesistes del Servei d'Anestesiologia de l'Hospital Universitari Vall d'Hebron (metge adjunt amb experiència en via aèria difícil pediàtrica o metge resident de tercer o quart any tutelat per metge adjunt).

La informació registrada incloïa característiques demogràfiques i de referència, així com els factors relacionats amb l'avaluació preoperatòria i el procediment anestèsic. Com a factors predictius de via aèria difícil es van emprar els descrits a la literatura: història d'intubació difícil, patologia associada a intubació difícil, distància tiromentoniana modificada, obertura oral, màxim moviment de cap i coll i la classificació de Mallampati de visualització d'estructures de l'orofaringe.²

Les variables relacionades amb la dificultat d'intubació es recullen com a valor de l'escala de Cormack-Lehane, número d'intents d'intubació i l'ús d'altre tipus de dispositiu.

Les definicions de les morbiditats associades a intubació difícil utilitzades provenen de les múltiples classificacions de la literatura mèdica, concretament la publicada per Andreu et al.,¹⁵ que inclou les patologies congènites i adquirides relacionades amb mal posicionament dels ossos del crani, hipoplàsia mandibular, mobilitat anormal del coll, obertura bucal limitada, cavitat oral petita, macroglossia, masses al coll o la via aèria i anomalies laríngies i subglòtiques.

La definició de la intubació traqueal difícil de laringoscòpia es basa en la millor visió laringoscòpica segons la classificació de Cormack-Lehane i en el nombre d'intents de laringoscòpia, ja que s'ha demostrat que l'ús d'aquests dos paràmetres millora la fiabilitat de la identificació de la difícil intubació traqueal laringoscòpica.¹⁶

La intubació traqueal es va classificar com a "fàcil" si el nombre d'intents de laringoscòpia més el grau de vista de la laringoscòpia era inferior o igual a quatre, i com a "difícil" si era superior a quatre. A més, els pacients van ser classificats com a "difícils" si per a la intubació es va utilitzar algun altre dispositiu diferent de la laringoscòpia directa.

Un intent d'intubació es va definir com la inserció del laringoscopi a l'orofaringe amb un intent de passar el tub endotraqueal a través de les cordes vocals.

4.1. Característiques demogràfiques

Es van incloure un total de 1395 pacients amb la totalitat de la informació valorable que presentaven la següent distribució:

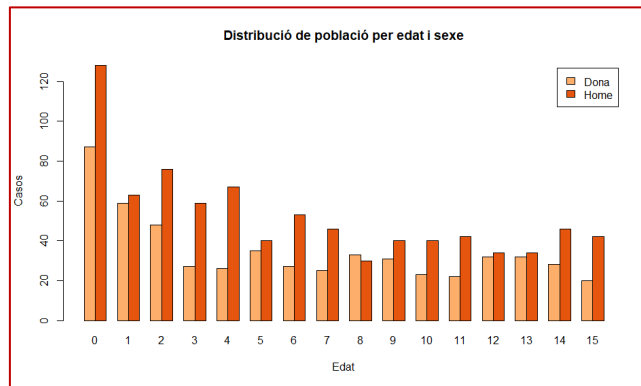


Figura 29 - Gràfic de barres agrupades d'edat i sexe

S'observa que l'edat no segueix una distribució normal. Ni l'histograma ni el diagrama de caixes són simètrics, la mitjana d'edat és 6.58 (DT=4.9), situant l'interval de confiança del 95% entre 6.27 i 6.79, (T-test d'una mostra; $t=49.758$, $p\text{-valor} < 0.001$), encara que no és un bon descriptor.

El p valor del contrast de normalitat ens indica que cal rebutjar la hipòtesi nul·la (Shapiro-Wilk normality test; $W = 0.925$, $p\text{-valor} < 0.001$). Probablement degut a les característiques d'alta especialització en patologia neonatal del centre.

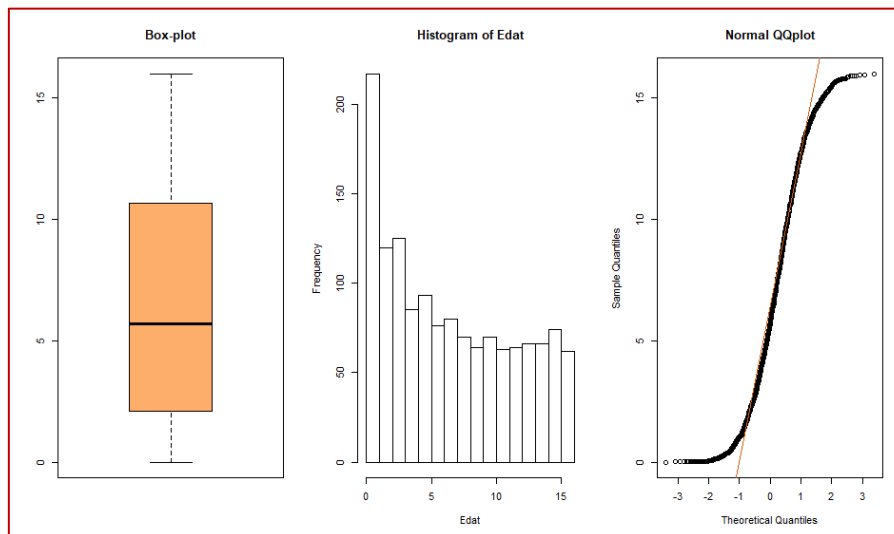


Figura 30 - Representació gràfica de la no-normalitat de l'edat

No hi han diferències en la mitjana d'edat respecte al sexe, comprovant la igualtat de les variàncies entre ambdós grups (Levene's Test for Homogeneity of Variance; $F = 1.045$, $p\text{-valor} = 0.306$) es contrasta mitjançant el test-t amb variàncies iguals (mitjana D=6.53, mitjana H=6.52, $t=0.032$, $p\text{-valor} = 0.974$).

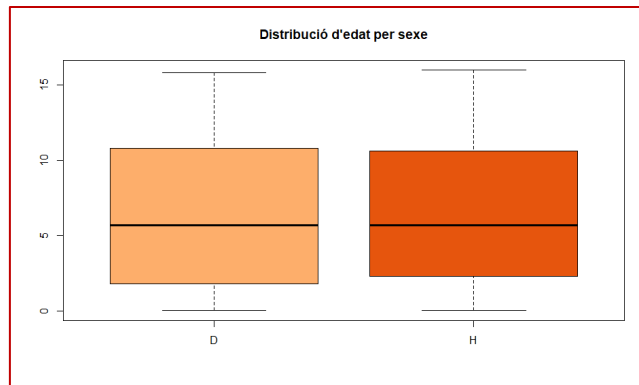


Figura 31 - Diagrama de caixes amb la distribució d'edat per sexes

4.2. Gestió de la via aèria

La intubació difícil és un tema preocupant, ja que representa un risc important per al pacient i un repte per al anestesiològ, sobretot si es presenten inesperadament.

Tot i que la intubació traqueal en la majoria dels pacients es realitza de manera ràpida i sense grans dificultats, en alguns casos resulta extremadament difícil, i algunes vegades impossible. Es poden presentar dificultats, fins i tot per a persones amb molta experiència.

4.2.1. Via aèria difícil

La incidència de via aèria difícil es situa entre 1.5 - 8% dels procediments d'anestèsia general. Mentre que existeixen múltiples dades publicades sobre la dificultat de les vies aèries en adults, les dades clíniques sobre les vies aèries pediàtriques, són més limitades.

"La incidència de problemes amb la intubació traqueal en nens majors de vuit anys és de 0,05%, però en preescolars és de 0.1% i en menors d'un any s'eleva a 0.6% o fins al 4.7% segons la publicació consultada."¹⁷ Altres dades suggereixen que la incidència de laringoscòpia difícil augmenta amb menys d'un any en comparació amb els lactants de més edat (0,24% -4,7% en lactants enfront de 0,07% -0,7% per a nens de més d'1 any d'edat).¹⁸

Seguint la definició de l'ASA, "la intubació difícil es defineix com la necessitat de tres o més intents per a la intubació de la tràquea o més de 10 minuts per aconseguir-la"², la incidència a l'HUVH d'intubació difícil és del 4.66%, amb un interval de confiança del 95% del 3.64% - 5.94% (Test de Khi-quadrat, Khi-quadrat:1145.3, p-valor < 0.001); semblant a altres dades publicades. La incidència en nens de més de vuit anys es situa al 3.84% (3.51 - 7.55), (Test de Khi-quadrat, Khi-quadrat:416.81, p-valor < 0.001) , i del 4.34% en menors (3.13 - 5.98) (Test de Khi-quadrat, Khi-quadrat: 726.78, p-valor < 0.001). S'eleva al 5.08% en menors d'un any (2.50 - 9.73) (Test de Khi-quadrat, Khi-quadrat: 141.04, p-valor < 0.001) i al 7.31% en el grup de nounats (1.91 - 21.00) (Test de Khi-quadrat, Khi-quadrat: 28.195, p-valor < 0.001).

Incidència global	4.66% (3.64 - 5.94)
Incidència > 8 anys	3.84% (3.51 - 7.55)
Incidència < 8 anys	4.34% (3.13 - 5.98)
Incidència < 1 any	5.08% (2.50 - 9.73)
Incidència en nounats	7.31% (1.91 - 21.00)

Figura 32 - Taula d'incidències

	Adolescent	Infant	Lactant	Neonat
N = 1395	521 (37.35%)	656 (47.03%)	177 (12.69%)	41 (2.94%)
Definició ASA (65)	27 (5.18%)	26 (3.96%)	9 (5.08%)	3 (7.31%)
Definició estudi (133)	53 (10.17%)	46 (7.01%)	25 (14.12%)	9 (21.95%)

Figura 33 - Taula de freqüències absolutes (percentatge) d'intubació difícil

En aquest estudi, es dissenya una categorització amb els factors observats, mitjançant la suma del valor observat de l'Escala de Cormack-Lehane i el número d'intents de laringoscòpia, classificant-se com a intubació difícil si és igual o superior a 4, o si s'utilitza un dispositiu alternatiu.¹⁶ Sota aquesta definició, la incidència de via aèria difícil a l'Hospital Infantil HUVH és del 9.53% (8.07 - 11.23) (Test de Khi-quadrat, Khi-quadrat: 912.1, p-valor < 0.001). En el grup de pacients d'edat inferior a 1 any es situa en el 2.44%, especialment al voltant de l'etapa neonatal.

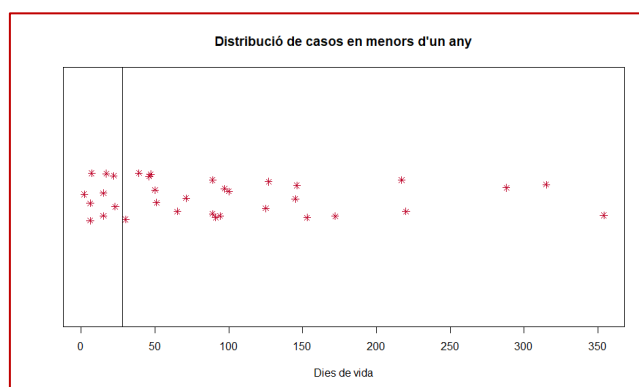


Figura 34 - Gràfic de dispersió dels casos d'intubació difícil menors d'un any

Existint diferències significatives entre els diferents grups, tant en el cas de la definició clàssica (Test de Khi-quadrat; Khi-quadrat=6.492, p = 0.039) com en la definició derivada d'aquest treball (Test de Khi-quadrat; Khi-quadrat=4.165, p = 0.124).

4.2.2. Escala de Cormack-Lehane

La visibilitat de la glotis durant la IOT es documenta habitualment per descriure les condicions i la dificultat del procediment de IOT. L'escala de Cormack-Lehane és una de les més utilitzades, tant en la pràctica clínica com en treballs d'investigació relacionats amb la via aèria.⁵

Classifica la visió durant la laringoscòpia en 4 graus:

- 1) visió completa de la glotis;
- 2) visió parcial de la glotis;
- 3) només es veu l'epiglotis, i
- 4) no es veu ni la glotis ni l'epiglotis.

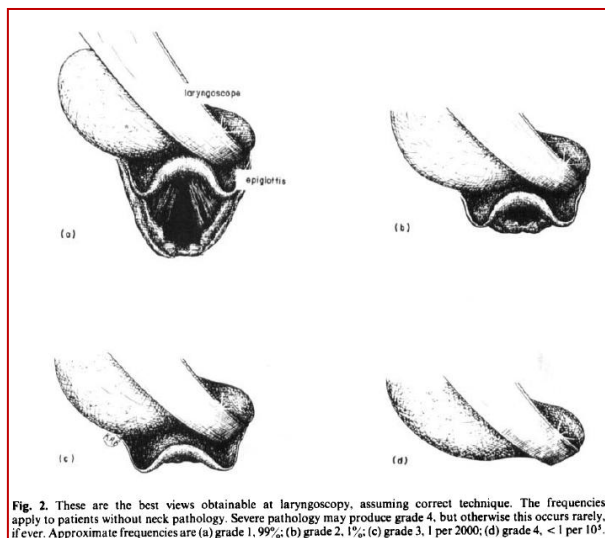


Figura 35 - Escala de Cormack - Lehane.⁵

En aquest estudi s'observa la següent distribució de les dades, afegint a la classificació aquells pacients en els que es va emprar un dispositiu alternatiu a la laringoscòpia (valor 5), ja que haurien de quedar fora de la definició de l'escala.

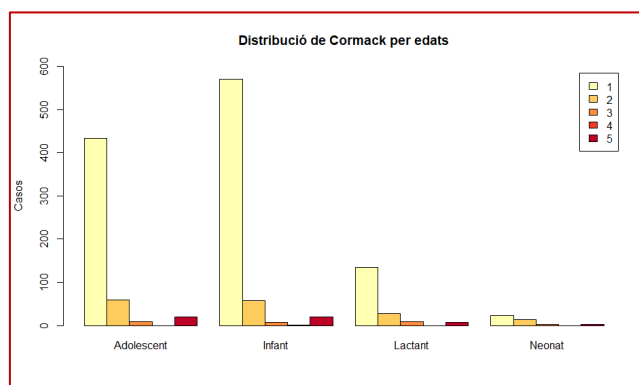


Figura 36 - Gràfic de barres agrupades per grups d'edat

4.2.3. Dispositius

Entre els dispositius alternatius s'inclou la fibroscòpia flexible i els videolaringoscòpis.

A finals del segle passat van sorgir els videolaringoscòpis, dispositius òptics que es basaven en avenços tecnològics propis dels laringoscòpis rígids de fibra òptica. Les guies internacionals, com ara la de l'ASA, proposen usar-los quan la ventilació amb mascareta facial és efectiva i s'ha realitzat un intent previ d'intubació amb laringoscopi directe². Per aquest motiu pot extrapolar que el percentatge d'ús dels videolaringoscòpis seria equivalent al de la intubació difícil en situacions / escenaris no urgents, descrit al voltant del 5,8% (IC 95%, 4,5-7,5%).¹⁹

En aquest estudi, el percentatge d'ús de qualsevol dispositiu és del 3,51% (IC 95% 2,63 - 4,65%) i el dels videolaringoscòpis en particular el 3,23% dels pacients. El més emprat dels dispositius és l'Airtraq®.

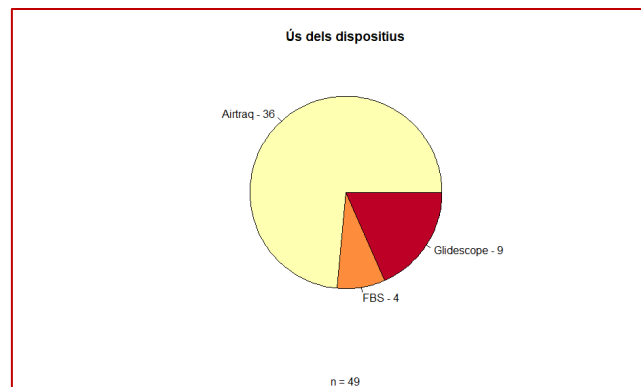


Figura 37 - Gràfic de sectors dels dispositius

4.2.4. Patologies associades a VAD

Existeixen certes patologies que particularment involucren la via aèria i que la poden arribar a comprometre, principalment durant la intervenció per assegurar l'intercanvi gasós. "Els consultors i els membres de l'ASA coincideixen fermament a que s'ha de dur a terme una història de les vies aèries, sempre que sigui possible, abans de l'inici del procediment anestèsic i el maneig de la via aèria a tots els pacients".²

S'inclouen les dades de la història clínica dels pacients que presenten alguna de les patologies associades a dificultat en el maneig de la via aèria. Es codifiquen com a patologies o síndromes de manera inequívoca, encara que presentin diverses característiques que comportin trastorn en el maneig de la via aèria.

Es tracta de 336 casos, que representen el 24.09% del total, de 40 característiques anatòmiques o patologies diferents.

Patologies o síndromes associats a dificultat en el maneig de la via aèria en pediatria¹⁵

- Malformacions congènites
 - Malposicionament dels ossos del crani:
 - Síndrome d'Apert
 - Síndrome de Crouzon
 - Hidrocefàlia
 - Craneosinostosi
 - Hipoplàsia mandibular:
 - Síndrome de Pierre-Robin
 - Síndrome de Treacher-Collins
 - Síndrome de Goldenhar
 - Síndrome d'Apert
 - Mobilitat anormal del coll
 - Síndrome de Klippel-Feil
 - Síndrome de Down
 - Mucopolisacaridosis
 - Acondroplàsia
 - Artritis reumatoide juvenil
 - Obertura bucal limitada:
 - Síndrome de Freeman-Sheldon
 - Síndrome de Hallermann-Strieff
 - Epidermòlisi bullosa, etc.

- Cavitat oral petita:
 - Síndrome de Pierre-Robin,
 - Síndrome de Treacher-Collins
 - Paladar ogival
 - Síndrome de Noonan
- Macroglosia:
 - Hipotiroïdisme,
 - Síndrome de Beckwith-Wiedeman
 - Síndrome de Down
 - Mucopolisacaridosis
- Masses coll o via aèria:
 - Higroma cístic
 - Teratomes
 - Hemangiomes
- Anomalies laríngies i subglòtiques.
- Alteracions adquirides
 - Infeccions:
 - Abscés retrofaringi i peritonsilar
 - Epiglotitis, crup i traqueïtis.
 - Anafilaxi.
 - Traumatismes facials
 - Cremades.
 - Cossos estranys
 - Tumors
 - Cirurgia prèvia
 - Radioteràpia

Són importants el tamany i la forma del cap, anomalies presents a la cara, alteracions mandibulars (mida, simetria i mobilitat), prominència dentària, patologia submandibular, tamany i forma de la llengua i del paladar.

L'origen de les patologies que s'associen a via aèria difícil poden ser congènites o adquirides. En el grup de pacients amb patologia associada a la via aèria es divideixen en 82.14% de congènites i 17.86% d'adquirides.

A la taula següent es mostren les més freqüents en el present estudi:

Total casos: 336	
Congènites	82.14% (276)
Sd. Apnea obstructiva de la Son	26.49% (89)
Hidrocefàlia	17.56% (59)
Paladar fenestrat	9.52% (32)
Malformació d'Arnold Chiari	4.47% (15)
Adquirides	17.86% (60)
Trastorns en la mobilitat del coll	4.47% (15)
Abscés en orofaringe	3.58% (12)
Anomalies laríngies i subglòtiques	3.58% (12)
Traumatismes facials	2.39% (8)

Figura 38 - Taula de freqüències relatives de les malformacions congènites més freqüents

D'aquest grup de pacients amb antecedents de patologia de la via aèria només el 16.37% van presentar dificultats en la laringoscòpia i en la intubació.

5. Realment es prediu el risc d'intubació difícil: Anàlisi bivariàble

L'avaluació de la via aèria i el maneig de la mateixa és un tòpic de vital importància per a tots els anestesiòlegs i especialitats afins, identificar la via aèria que serà de difícil maneig de manera anticipada, és un pas important per assegurar el maneig de la situació, augmentant la seguretat del pacient que requereixi maneig bàsic o especialitzat.

Per ajudar l'anestesiòleg a identificar els pacients que són difícils d'intubar per la laringoscòpia directa, s'han descrit diverses mesures preoperatòries clíniques no invasives de la via aèria que posseeixen associacions significatives amb intubació difícil.^{2,5,20} No obstant això, atès que la facilitat de la intubació traqueal laringoscòpica depèn de diversos elements de les vies respiratòries, no es pot preveure cap mesura de la via aèria per predir la intubació difícil amb precisió, i els estudis han confirmat la baixa capacitat predictiva d'algunes d'aquestes mesures.^{19,21,22}

Norskov et al.²¹ presenta un estudi realitzat en 188064 pacients en Dinamarca als que es va valorar la via aèria en el preoperatori i dels que s'extreuen conclusions decepcionants sobre la capacitat dels mètodes clàssics en la detecció d'aquesta dificultat. realitzen un estudi prospectiu amb participants adults on es van avaluar predictors predeterminats per a una intubació difícil: obertura de la boca, distància tiromental, classificació de Mallampati, moviment del coll, pes i història de la intubació difícil anterior. Cap de les anàlisis de sensibilitat va mostrar diferències en les proporcions d'una intubació difícil i no anticipada entre els dos grups de prova. Les relacions de probabilitats oscil·len entre 0,93 i 1,02, totes amb intervals de confiança del 95% que se superposen clarament.

En el treball publicat per Rios et al.²³ es van incloure 90 pacients adults avaluant la sensibilitat i especificitat d'aquests factors predictius; la sensibilitat més gran fou pel test de Mallampati amb 15.2%. En el rang de l'especificitat es va trobar un 86.7% para la obertura bucal. En quant al valor pronòstic positiu, el resultat més alt fou per a obertura bucal amb un 33.7%.

L'objectiu de l'estudi seria determinar si existeix una relació entre els diferents elements de l'avaluació preoperatòria i l'existència o no d'intubació difícil.

5.1. Existeix una relació entre l'edat i la intubació difícil?

Visualitzem l'edat segons la presència d'intubació difícil

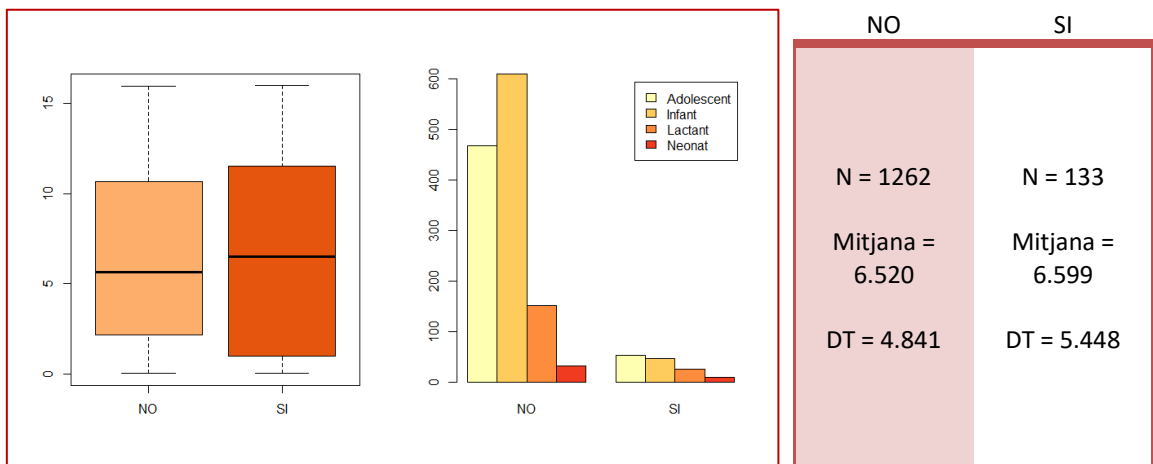


Figura 39 - Representació de la distribució de l'edat segons dificultat d'intubació

És aquesta diferència estadísticament significativa? Dit d'un altre manera, si a la població d'on s'ha extret aquesta mostra, l'edat és la mateixa si presenta intubació difícil o no, és probable que en aquesta mostra l'edat sigui tant diferent si és difícil d'intubar o no? Cal fer una prova d'hipòtesi de comparació de les dues mitjanes. Per poder determinar quina prova estadística cal (o es pot) utilitzar, primer s'ha de determinar si es versemblant suposar que l'edat en la població segueix una llei normal.

Per comprovar les dades amb el model de distribució normal realitzem un qqplot. Si la variable té una distribució normal o gairebé normal, la línia de punts del diagrama q-q es troba sobre la diagonal. En canvi, en distribucions asimètriques, els punts que s'aparten de la diagonal. En aquests casos, les observacions s'allunyen als extrems.

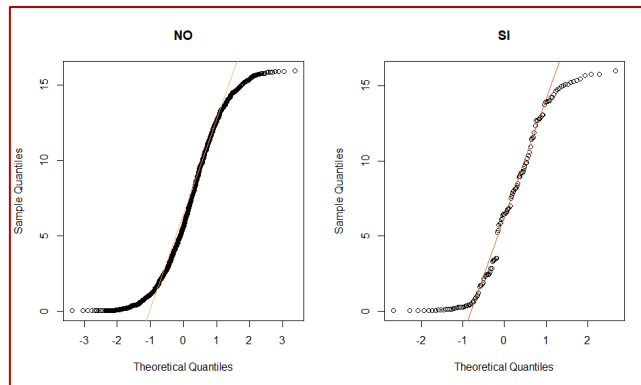


Figura 40 - QQ-plot de la variable edat

En el Test de Shapiro-Wilk per a contrastar la normalitat dels grups (NO, $W = 0.93$, $p < 0.001$); (SI, $W = 0.89$, $p < 0.001$) es conclou que les dades no segueixen una distribució normal.

La comparació dels dos grups mitjançant la prova U de Mann-Whitney ($W = 85750$, $p = 0.679$) no és estadísticament significativa, per tant, acceptem que la dificultat d'intubació és independent de l'edat.

5.1.1. Grups d'edat

En la revisió de les publicacions referents al tema s'observa una diferenciació per grups d'edat, definint més dificultat en els menors d'un any. En les gràfiques s'observen els percentatges de les dificultats d'intubació en els grups de pacients.

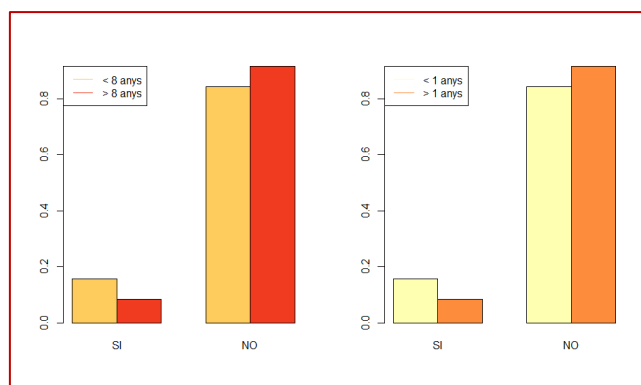


Figura 41 - Gràfica de barres agrupades de dificultat d'intubació per grups d'edat

En la mostra de l'estudi no es troben diferències significatives entre els menors i majors de 8 anys (Test de Khi-quadrat, Khi-quadrat=0.449, $p = 0.503$); en canvi si es troben diferències entre els menors d'un any i la resta (Test de Khi-quadrat, Khi-quadrat = 11.211, $p < 0.001$).

L'anàlisi de l'associació entre la probabilitat de presentar dificultats en la intubació i pertànyer al grup de menors d'un any mostra que aquesta relació existeix i és positiva, és a dir, els menors d'un any tenen més probabilitats que els majors, en aquest cas 1.864 (1.30 - 2.68) vegades més. La raó de probabilitats de 2.02 (1.33 - 3.08) explica una incidència més alta d'intubacions difícils en lactants. (Interval de confiança del 95%, Khi-quadrat = 11.211, $p < 0.001$)

5.2. Antecedents d'intubació difícil

S'avalua la presència d'antecedents d'intubació difícil en procediments anestèsics anteriors com a factor predictiu independent d'intubació difícil.

	Intubació difícil SI	Intubació difícil NO
Antecedents +	21	11
Antecedents -	112	1251

Figura 42 - Taula de freqüències absolutes

S'observa que el 15.789% dels pacients amb antecedents presenten posteriorment un nou episodi d'intubació difícil i que també van presentar intubació difícil menys de l'1% dels pacients que no en tenien. El test de Pearson mostra que aquesta associació és significativa (Khi-quadrat = 119.47, $p < 0.001$) i no atribuïble a l'atzar.

El risc relatiu d'intubació difícil és gairebé vuit vegades superior entre els pacients que tenen antecedents que entre els no en tenen.

- Risc Relatiu: 7.99 (5.87, 10.86); Khi-quadrat = 1.19. $p < 0.001$, interval de confiança del 95%

Per mesurar l'associació entre els dos factors, l'oportunitat relativa és 21.324. L'oportunitat de presentar intubació difícil els que ja han presentat algun episodi d'intubació difícil és 21.324 vegades la del grup que no l'han presentat. Sent tots aquests valors estadísticament significatius.

- Odds Ratio: 21.32 (10.03 - 45.35); Khi-quadrat 119.468, $p < 0.001$, interval de confiança del 95%

Es podria concloure que la presència d'antecedents d'intubació difícil és un factor predictiu d'intubació difícil.

5.3. Patologia associada a la via aèria

Hi ha una gran varietat de patologies al llarg de la vida d'un individu, algunes d'elles repercuteixen invariablement en moments com la intubació traqueal, i que incrementen la morbiditat per anestèsia. Es considera que la via aèria difícil s'associa en la majoria de casos a síndromes congènites amb característiques pròpies del massís facial que interfereixen en la gestió de la via aèria, i donat que en el nen la reserva respiratòria és menor, les conseqüències poden ser més greus.

Aquests trastorns es presenten amb major freqüència en determinats grups etaris; en el nou-nat es pot observar paràlisi de les cordes vocals, laringo-traqueomalàcies i en els nens més grans l'obstrucció pot ser atribuïda a aspiració de cossos estranys, presència de tumors, etc.

Dintre dels factors predictius de via aèria difícil s'inclou la variable dicotòmica "Patologia associada a intubació difícil" amb el valor SI/NO. En aquest treball és recull aquesta variable especificant quina és la patologia observada que presenta aquesta característica, es classifiquen en congènites i adquirides i segons el tipus d'alteració observada. (Annexe)

Es classifiquen 336 observacions com a patologia present (+), que representen el 24.09% del total d'intervencions quirúrgiques amb un interval de confiança del 95% situat entre 21.88 i 26.43%.

	Intubació difícil SI	Intubació difícil NO
Patologia +	80	256
Patologia -	53	1006

Figura 43 - Taula de freqüències absolutes

Es comprova que existeix una associació estadísticament significativa (Test de Khi-quadrat, Khi-quadrat = 104.58, $p < 0.001$) entre la presència de patologia associada a via aèria difícil i intubació difícil. Situant l'Odds Ratio en 5.93 (4.08 - 8.62) i el risc relatiu en 4.76 (3.44 - 6.58). Sent tots aquests valors estadísticament significatius (Test de Khi-quadrat; Khi-quadrat=104.577, $p < 0.001$).

Es conclou que la presència de patologia classificada com a associada a via aèria difícil és un factor predictiu d'intubació difícil.

5.4. Existeix una relació entre els tests predictius d'intubació difícil i la intubació difícil?

La majoria dels tests que es denominen com a predictius de via aèria difícil en adults no han estat validats per a la població pediàtrica; a més l'aplicació d'aquests tests és dubtosa, ja que l'anatomia del nen varia amb l'edat. L'avaluació de la via aèria en nens en edat preescolar és la que crea més dificultat, degut a la manca de col·laboració. Per tant, pot desenvolupar-se un abordatge donant més importància a la història clínica i l'examen físic.

L'avaluació d'intubació difícil comença amb l'interrogatori i l'exploració física. Cal orientar les preguntes a la presència de símptomes que orientin a obstrucció de la via aèria (roncs, apnees, estridor, ...). S'ha d'incloure la revisió de registres d'anestèsia anteriors i intubacions prèvies.

Els mètodes "clàssics" de detecció de dificultat inclouen la revisió de la història, comorbiditat i anestèsies prèvies i examen físic buscant patologies associades a la via aèria difícil.

Els tests habitualment emprats en la valoració de la via aèria són:

- Distància tiro mentoniana o de Patil
- Obertura bucal
- Valoració mobilitat cervical.
- Test de Mallampati

La pràctica i registre d'aquestes mesures no és gaire habitual, especialment en nens en edat preescolar. Es registra, en molts dels casos una aproximació visual sense una mesura estandarditzada.

En la distribució dels valors no registrats per l'edat s'observa una densitat més elevada en els casos de menys de 5 anys, prenent com a model la distància tiromental, per aquest motiu, l'anàlisi d'aquests factors només es realitza en aquest grup d'edat. Aquesta limitació pot ser considerada una limitació intrínseca del propi test a l'hora de la seva implementació, causada per la manca de col·laboració dels pacients.

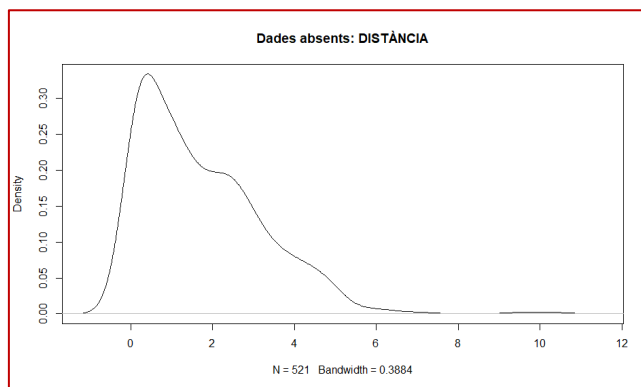


Figura 44 - Gràfic de dades absents en la distància tiromental segons edat

El número de pacients amb més de 5 anys és 745, amb 76 casos d'intubació difícil que suposen una incidència del 10.20% en aquesta mostra (8.17 - 12.66, IC 95%, $p < 0.001$).

Presenten la següent distribució per edat i sexe, sense presentar al igual que la mostra global, diferències significatives entre ells. Un cop comprovada la absència de normalitat en la distribució de l'edat (Test de Shapiro-Wilks; $W = 0.95$, $p < 0.001$) i l'homogeneïtat de les variàncies (Test de Levene $F=0.354$, $p=0.552$) es realitza el test d'independència t per mostrar l'absència de diferències (Test T per dues mostres ($t=-0.42$, $p = 0.676$)).

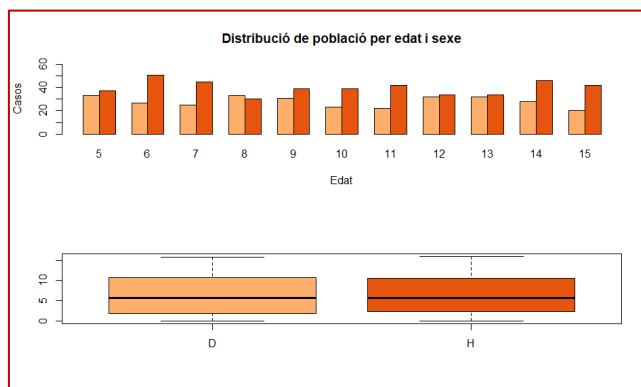


Figura 45 - Pacients amb més de 5 anys

5.4.1. Distància tiromental

La distància tiromentoniana teòricament s'ha de mesurar amb el coll estès, mesurant la distància entre l'osca tiroïdal i el final de la barbata usant 3 travesses de dit del pacient (aproximadament 6-6,5 cm en l'adult). Així doncs, una distància inferior a aquesta es relaciona amb laringoscòpia i intubació difícil.

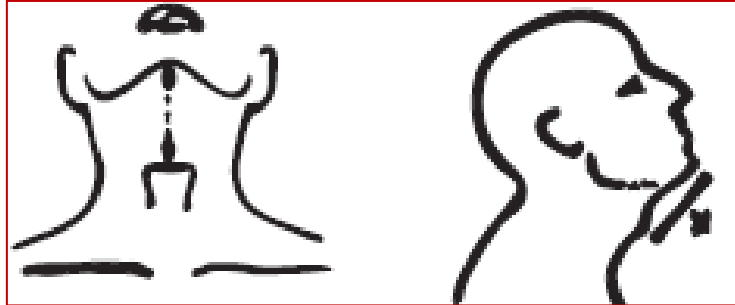


Figura 46 - Mesura de la distància tiromental

En el pacient adult, la distància tiromentoniana posseeix un potent valor predictiu de dificultat de gestió de les vies aèries.^{22,24} En el pacient pediàtric no s'han demostrat dades clares^{6,25}, però sembla ser la mesura més eficaç per a la majoria dels autors. Permet l'estimació de l'espai mandibular i ha de ser superior a 15 mm en nadons, 25 mm en lactants i 35 mm en nens de 10 anys. En general els nens tenen aquesta distància petita, en realitat, es tracta d'una implementació baixa i posterior a la llengua.

En l'anàlisi del factor predictiu de la distància tiromentoniana es classifica com a positiu (+) aquells casos en que l'avaluador atorga una distància inferior a tres travesses de dit del pacient.

	Intubació difícil SI	Intubació difícil NO
Distància +	16	21
Distància -	60	648

Figura 47 - Taula de freqüències absolutes

Es comprova que existeix una associació estadísticament significativa (Test de Pearson Khi-quadrat, Khi-quadrat=46.401, $p < 0.001$) entre una distància tiromentoniana inferior a tres travesses de dit i intubació difícil.

El valor de l'Odds Ràtio en 8.23 (4.08 - 16.61) i el risc relatiu en 5.10 (3.28 - 7.93). Per tant, s'hauria de concloure que la distància tiromentoniana és un factor predictiu positiu (o de risc) de presentar intubació difícil. (Test de Khi-quadrat; Khi-quadrat = 46.401, $p < 0.001$).

5.4.2. Obertura de la boca

Per a la valoració es requereix la col·laboració obrint la boca al màxim, que no sempre és possible, o aprofitar el plor per a fer una inspecció visual de la boca. La tècnica correcte seria amb el pacient amb la boca completament oberta, es valora la distància interincisius, si el pacient no té dents es valora la distància entre la geniva superior i inferior a nivell de la línia mitja.²⁰

L'adaptació al tamany pediàtric es realitza mitjançant les travesses de dit, la impossibilitat d'interposar dos dits d'adult col·locats horitzontalment entre els incisius superiors i inferiors suposa una obertura oral menor a 3 cm; en el nen, una amplitud de la boca corresponen a tres dits del pacient es considera una distància adequada per a la laringoscòpia.

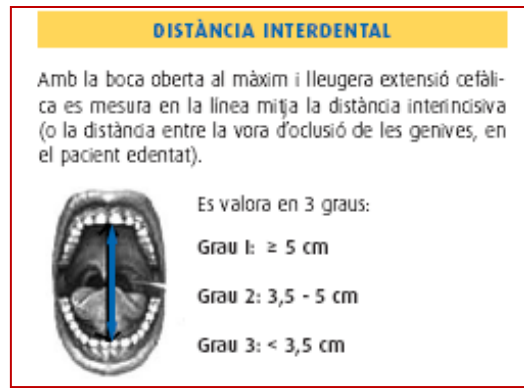


Figura 48 - Valoració obertura de la boca - SCARD

En aquest treball es realitza la següent categorització:

- 1 - Obertura àmplia (2 dits o més)
- 2 - Obertura dubtosa
- 3 - Obertura insuficient

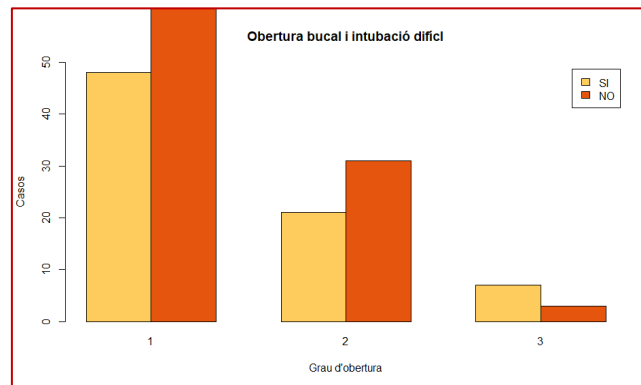


Figura 49 - Gràfic de dades agrupades d'obertura i dificultat d'intubació

	Intubació difícil SI	Intubació difícil NO
Obertura - 1	48	635
Obertura - 2	21	31
Obertura - 3	7	3

Figura 50 - Taula de freqüències absolutes

Existeixen diferències estadísticament significatives entre els tres grups (Test de Khi-quadrat, $p < 0.001$), sent les diferències amb els valors esperats més accentuades en els grups 2 i 3.

	Residus (Estandaritzats)		
	1	2	3
Intubació difícil +	-2.60 (-9.50)	6.81 (7.46)	5.92 (6.29)
Intubació difícil -	0.87 (9.50)	-2.29 (-7.46)	-1.99 (-6.29)

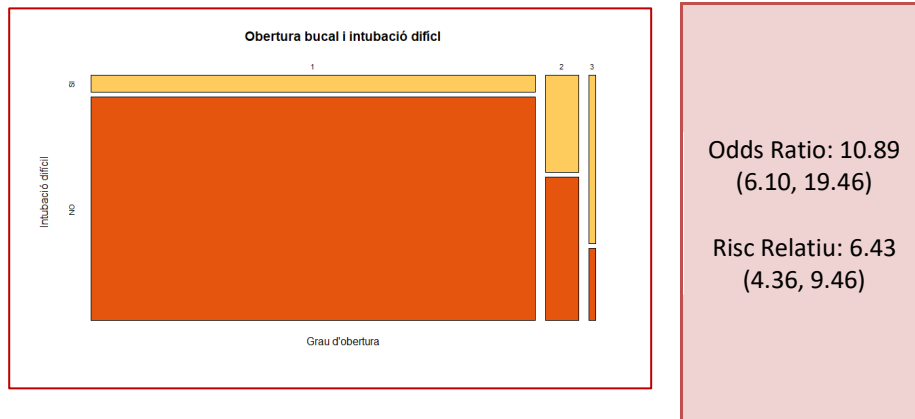
Figura 51 - Distància de residus segons grups

Resulta lògic pensar, que davant del dubte s'aplicaria la categoria més alta, per tant, agrupem les categories 2 i 3, resultant un test dicotòmic: Obertura bucal inferior a 2 travesses de dit o no.

	Intubació difícil SI	Intubació difícil NO
Obertura +	28	34
Obertura -	48	635

Figura 52 - Taula de freqüències absolutes en variable dicotòmica

Existeix una diferència estadísticament significativa entre ambdós grups (Test de Khi-quadrat; Khi-quadrat = 90.228, $p < 0.001$), amb els següents valors de probabilitat



Donat a que aquesta associació no és deguda a l'atzar i no es detecta la presència de biaixos o de factors de confusió, es podrà afirmar que la limitació de l'obertura bucal és un factor predictiu d'intubació difícil. (Test per OR=1, Khi-quadrat = 90.228, $p < 0.001$, CI 95%)

5.4.3. Mobilitat de cap i coll

La laringoscòpia directa requereix el moviment del cap, el coll i la columna cervical. El moviment de la columna vertebral pot estar limitat per raons anatòmiques o per lesions de la columna cervical.

Amb el pacient assegut amb el cap en extensió completa, es valora la reducció de l'extensió de l'articulació atlanto-occipital en relació als 35 graus de normalitat^{23,26}.

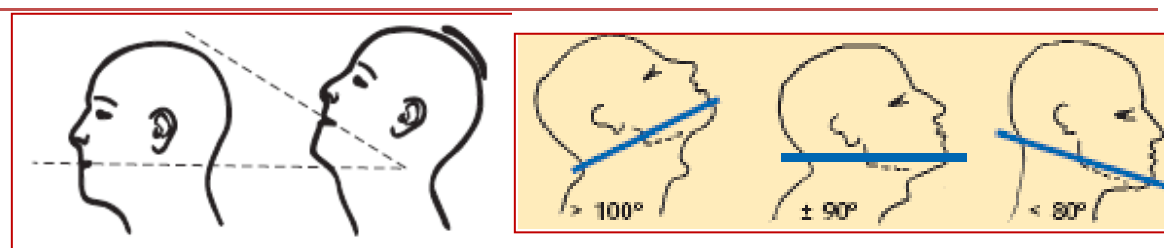


Figura 53 - Mesura de la mobilitat cervical

- Grau 1 - $>100^\circ$ El dit índex col·locat en el mentó s'eleva més que el de la prominència occipital.
- Grau 2 - $\pm 90^\circ$ Els dos dits índex queden situats en el mateix pla.
- Grau 3 - $< 80^\circ$ El dit índex del mentó queda per sota del de la prominència occipital.

La limitació de la mobilitat atlanto-occipital està rarament reduïda en nens, excepte en síndromes específics (artritis reumatoide juvenil, Goldenhar, Klippel-Feil, Hurler ...) o després d'alguna cirurgia que obligui a limitar la hiperextensió cervical (descompressió de la fosa posterior en la síndrome de Chiari, fixacions quirúrgiques cervicals, ...).

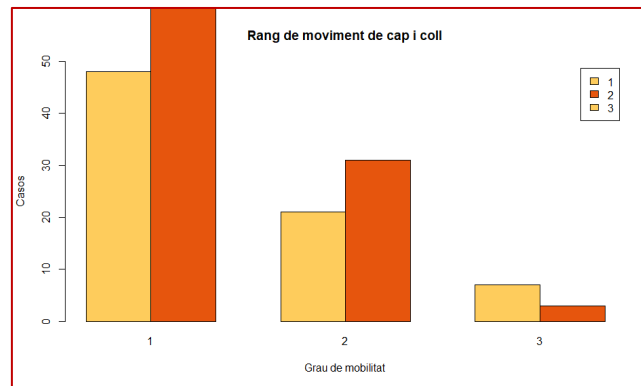


Figura 54 - Gràfic de barres agrupades segons dificultat d'intubació

Existeix una diferència entre els diferents grups estadísticament significativa (Test de Fisher, $p < 0.001$), i existeixen diferents probabilitats d'intubació difícil segons el rang de moviment de cap i coll.

Aquesta diferència és significativa entre els grups 1 i 2, i grups 1 i 3, però no entre els grups 2 i 3.

	Grup 1 vs 2	Grup 1 vs 3	Grup 2 vs 3
Existeix diferència? (Fisher test)	SÍ (p-valor < 0.001)	SÍ (p-valor < 0.001)	NO (p-valor = 0.2905)
Odds Ratio (95% IC)	0.09 (0.04, 0.19)	0.03 (0.01, 0.12)	0.35 (0.08, 1.58)
Risc Relatiu (95% IC)	0.16 (0.10, 0.24)	0.10 (0.07, 0.16)	0.67 (0.40, 1.11)

Figura 55 - Taula de diferències entre els grups

Es podria considerar que la divisió establerta entre els 80 i els 100 graus de mobilitat no té raó estadística, per tant, es podria considerar un test dicotòmic entre mobilitat limitada o no limitada. En aquest cas, existeixen diferències significatives entre ambdós grups (Test de Pearson, Khi-quadrat = 96.477, $df = 1$, $p\text{-valor} < 0.001$):

	Intubació difícil SI	Intubació difícil NO
Limitació +	23	19
Limitació -	53	650

Figura 56 - Taula de freqüències en variable dicotòmica

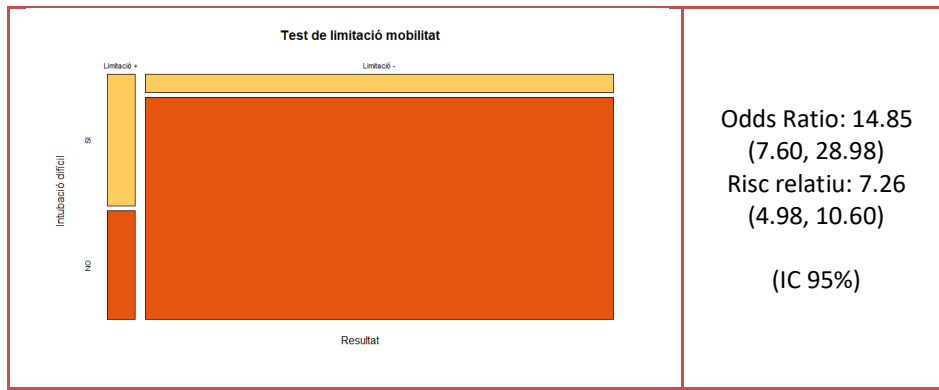


Figura 57 - Quadre resum de limitació cervical

Podem concloure que la limitació de la mobilitat cervical és un factor de risc de patir una intubació difícil. Establerta com a agrupació, amb el punt de catalogació en els 100 graus, o amplitud màxima.

5.4.4. Classificació de Mallampati

"S'ha suggerit que la mida de la base de la llengua és un factor important que determina el grau de dificultat de la laringoscòpia directa. Un sistema de qualificació relativament senzill que suposa la capacitat preoperatòria de visualitzar els pilars faucials, el paladar tou i la base de la úvula es va dissenyar com a mitjà per predir el grau de dificultat en l'exposició laríngia. El sistema es va avaluar en 210 pacients. El grau de dificultat per visualitzar aquestes tres estructures va ser un predictor precís de la dificultat amb la laringoscòpia directa ($p < 0,001$)."²⁰

Es realitza amb el pacient assegut, el cap en posició neutra. Cal demanar al pacient que obri la boca, tregui la llengua i digui "aaa". Amb aquesta classificació descrita en 1985, Mallampati estableix una escala de valoració d'àmplia difusió per anestesiòlegs de tot el món.

- Classe I: Visió d'úvula, gargamella, paladar tou i pilars amigdalins.
- Classe II: Pilars amigdalins no visibles
- Classe III: Només paladar tou, no es veu la paret faríngia posterior
- Classe IV: Només paladar dur visible.



Figura 58 - Escala de Mallampati

S'han publicats nombrosos treballs avaluant la validesa d'aquesta escala com a índex predictor de laringoscòpia difícil^{19,23,27} i tots conclouen una alta correlació amb altres factors d'intubació difícil com pot ser la visió segons Cormack. En els estudis realitzats amb pacients pediàtrics es remarca la limitació causada per la manca de col·laboració del pacient.

Es considera intubació difícil el grau de Mallampati III i IV. El test de Mallampati, recomanat de rutina en el pacient adult, no pot realitzar-se en els nens més petits per la seva falta de col·laboració; si el nen plora, pot aprofitar l'ocasió per fer el test, encara que atípicament.

A la mostra de l'estudi crida l'atenció que no hi ha cap observació catalogada com a grau IV, i que el número de casos categoritzats en grau II difícils d'intubar és similar al número de casos fàcils d'intubar, sense trobar-se diferències significatives en la proporció de casos.

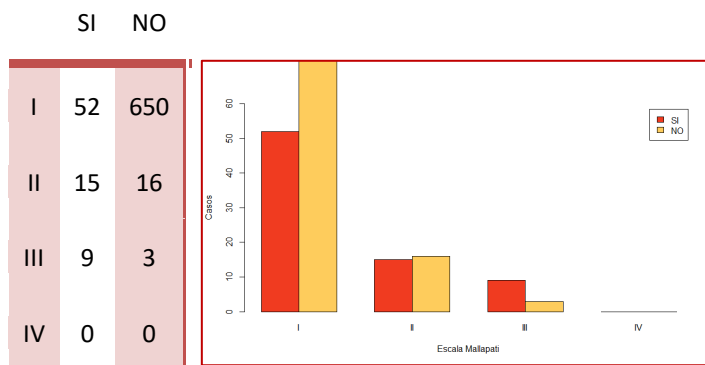


Figura 59 - Distribució del Test de Mallampati segons intubació difícil

Existeixen diferències significatives entre les proporcions als tres grups observats (Fisher's Exact Test, $p < 0.001$). En valorar les diferències entre els grups es poden realitzar les següents asseveracions.

- Existeixen diferències significatives entre el grup I i II, (Fisher's Exact Test, $p < 0.001$), considerant un risc 11.63 vegades d'intubació difícil en la classe II en referència a classe I. (IC 95%: 5.49, 25.03)
- Existeixen diferències significatives entre el grup I i III, (Fisher's Exact Test, $p < 0.001$), estimant una Odds Ratio de 37.50 (9.85, 142.76) i un risc relatiu de 10.12 (6.66, 15.39).
- En canvi, no es poden considerar diferències significatives entre la classe II i la classe III (Fisher's Exact Test, $p = 0.1741$), obtenint una odds ratio no significativa estadísticament. 3.20 (0.73, 14.12), ja que el Test de Khi-quadrat per a l'OR té un p value = 0.115.

Aquestes conclusions s'oposen a la literatura científica, però probablement existeixen diferents biaixos que alteren el resultat. S'hauria de considerar errors de l'observador per la dificultat d'aconseguir una visualització correcta.

5.5. Avaluació de la validesa dels tests diagnòstics

És evident que una bona prova diagnòstica és la que ofereix resultats positius en malalts i negatius en sans. Per tant, les condicions que han de ser exigides a un test són:

- **Validesa:** És el grau en què un test mesura el que se suposa que ha de mesurar. Amb quina freqüència el resultat del test és confirmat? La sensibilitat i l'especificitat d'un test són mesures de la seva validesa.
- **Reproductivitat:** És la capacitat del test per oferir els mateixos resultats quan es repeteix la seva aplicació en circumstàncies similars.
- **Seguretat:** La seguretat ve determinada pel valor predictiu d'un resultat positiu o negatiu. Amb que seguretat el test predirà la presència o absència de dificultats en la intubació? Davant d'un resultat positiu d'un test quina probabilitat hi ha que aquest resultat indiqui VAD?

L'anàlisi de la validesa s'obté calculant la Sensibilitat i l'Especificitat:

- **Sensibilitat:** És la probabilitat de classificar correctament a un individu amb via aèria difícil, és a dir, la probabilitat que per a un subjecte que presenta una intubació difícil s'obtingui en la prova un resultat positiu.
- **Especificitat:** És la probabilitat de classificar correctament a un individu fàcil d'intubar, és a dir, la probabilitat que per a un subjecte "normal" s'obtingui un resultat negatiu.

Tant la sensibilitat com l'especificitat proporcionen informació sobre la probabilitat d'obtenir un resultat concret (fàcil o difícil) en funció de la veritable condició del pacient durant la intubació. No obstant això, quan un pacient s'ha d'intubar, l'anestesiòleg no té informació a priori sobre les veritables condicions, i més important encara si la pregunta es planteja en sentit contrari: davant un resultat negatiu de la prova, quina és la probabilitat de que el pacient sigui difícil d'intubar i l'anestesiòleg es trobi amb una via aèria difícil inesperada i es pugui posar en risc la vida del pacient? Per mitjà dels valors predictius es completa aquesta informació:

- **Valor predictiu positiu:** És la probabilitat de presentar una intubació difícil si s'obté un resultat positiu en el test.
- **Valor predictiu negatiu:** És la probabilitat que un subjecte amb un resultat negatiu en la prova presenti una intubació fàcil.

	Sensibilitat	Especificitat	Valor Predictiu Positiu	Valor Predictiu Negatiu
Història prèvia d'ID	15.78 % (10.83 - 23.11)	99.12 % (98.56 - 99.56)	65.62% (51.33 - 79.47)	91.78% (91.30 - 92.32)
Patologia associada a VAD	60.15 % (52.67 - 68.53)	79.71% (77.76 - 81.90)	23.81% (21.23 - 27.15)	94.99% (94.08 - 95.91)
Distància tiromentoniana	3.14% (2.11 - 4.76)	78.94% (69.80 - 87.46)	1.66% (1.01 - 3.01)	87.77% (86.67 - 88.96)
Obertura bucal	36.84% (27.60 - 48.69)	94.92% (93.29 - 96.46)	45.16% (36.27 - 56.12)	92.97% (91.96 - 94.02)
Limitació cervical	30.26% (21.64 - 41.87)	97.16% (95.86 - 98.28)	54.76% (43.08 - 67.92)	92.46% (91.54 - 93.43)

Figura 60 - Taula resum per la validesa dels test amb un nivell de confiança .95

Els antecedents d'intubació difícil mostren una elevada especificitat, del 99.12% per a la predicció d'intubació difícil, seguits de la limitació cervical i l'obertura bucal; tots per sobre del 90%. Per tant, amb absència d'aquests factors, hi ha una alta probabilitat de ser una intubació fàcil.

Més dubtós és el valor de les sensibilitats, ja que el valor més alt, de la presència d'una patologia associada a VAD, només arriba al 60.15% (52.67 - 68.53), sent el més baix del 3.14% corresponent a la distància tiromental. És a dir, cap d'aquests tests seria capaç de detectar vàlidament la dificultat d'intubació.

Aquesta característica es trasllada als valors predictius, on la majoria presenten un alt valor predictiu negatiu, però presenten baixos resultats de valor predictiu positiu.

Se n'extreu la conclusió de que els tests orienten de manera fiable cap a una intubació sense complicacions, però no garanteixen una intubació difícil.

6. Predicció de la intubació difícil: una fórmula per a calcular el risc

Un dels objectius de la Regressió Logística (RL) és construir un model i obtenir una equació amb la finalitat de predir o calcular el risc, de manera que aquesta es pugui estimar per a un nou individu amb certa validesa i precisió.

Per dur a terme amb èxit aquest projecte, l'investigador ha de conèixer molt bé el tema en qüestió, tenir informació fidedigna d'aquells factors que ja es coneixen de risc o de protecció, i disposar d'una àmplia mostra d'individus on mesurar amb el menor error possible aquestes variables. La RL haurà de provar múltiples models per quedar-se amb el més predictiu (menor error estàndard i major coeficient de determinació) i amb menor nombre de variables (més harmoniós).

Donat les dificultats per a realitzar una exploració acurada de la via aèria en els nens preescolars, es realitzaran dos models atenent a aquestes característiques.

6.1. Model per a nens en edat preescolar (0 - 5 anys)

En aquest grup d'edat només es consideren aquelles variables que no depenen de la col·laboració del pacient: Història prèvia d'intubació difícil i Patologia associada a VAD.

6.1.1. Exploració de les associacions bivariants

El primer que cal explorar és la possible associació entre la variable a predir (intubació difícil "ID") i les dos variables d'una en una, mitjançant l'Odds Ràtio (OR) que avalua la força d'associació entre dues variables dicotòmiques.

Ambdues variables mostren un comportament diferent i estadísticament significatiu (Test de Fisher (Història); $p < 0.001$) (Test de Pearson (Patologia associada); $\text{Khi-quadrat} = 23.738$, $p\text{-valor} < 0.001$).

		Intubació Difícil			
		SI	NO		
Història	+	5	5	Odds Ratio	11.12 (3.12, 39.65)
	-	52	578	Risc Relatiu	6.06 (3.09, 11.86)
Patologia associada	+	31	142	Odds Ratio	3.70 (2.13, 6.45)
	-	26	441	Risc Relatiu	3.22 (1.97, 5.26)

Figura 61 - Taula resum de l'anàlisi

6.1.2. Equació del model

```
> model_0 <- glm(formula = ID ~ Historia + Pat_assoc, family = binomial, data = BD_r0)
> summary(model_0)

Call:
glm(formula = ID ~ Historia + Pat_assoc, family = binomial, data = BD_r0)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.4275  0.3285  0.3285  0.3285  1.4565

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  2.8924     0.2061  14.036 < 2e-16 ***
Historial    -2.2567     0.6808  -3.315 0.000917 ***
Pat_assoc1   -1.2714     0.2874  -4.423 9.73e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 384.47  on 639  degrees of freedom
Residual deviance: 353.67  on 637  degrees of freedom
AIC: 359.67

Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

Figura 62 - Sumari de les dades del model logístic

A la taula de coeficients, tant la Història com Patologia associada són altament significatives, amb valors de p molt baixos, el que demostra que ambdues variables són importants per explicar la variable depenent (probabilitat d'intubació difícil).

Es comprova mitjançant un anàlisi ANOVA que els termes inclosos són significatius, amb p < 0.05 per a cada terme.

Presentació de l'equació en termes de logits, d'odds i de probabilitat

$$\ln \left[\frac{P(\text{int. dif.})}{P(\text{int. NO dif.})} \right] = \text{logit} = 2.8924 - 2.2567 \text{ historia} - 1.2714 \text{ patologia}$$

$$\text{Odds} = \frac{P(\text{int. dif})}{P(\text{int. NO dif})} = e^{\text{logit}} = e^{2.8924 - 2.2567 \text{ historia} - 1.2714 \text{ patologia}}$$

$$P(\text{int. dif}) = \frac{e^{\text{logit}}}{1 + e^{\text{logit}}} = \frac{e^{2.8924 - 2.2567 \text{ historia} - 1.2714 \text{ patologia}}}{1 + e^{2.8924 - 2.2567 \text{ historia} - 1.2714 \text{ patologia}}}$$

6.1.3. Prediccions per a valors nous amb el model ajustat

Sota aquest model es poden crear valors de probabilitat de presentar intubació fàcil, representats en aquest gràfic

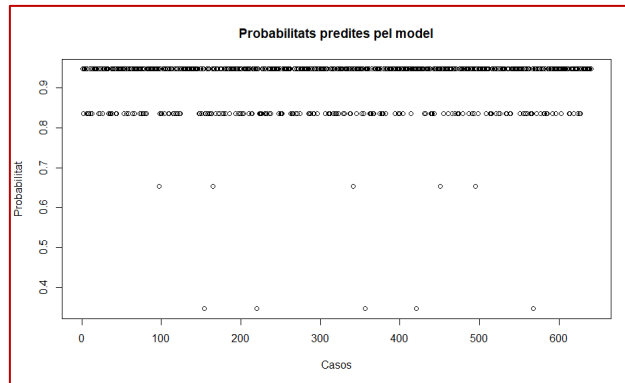


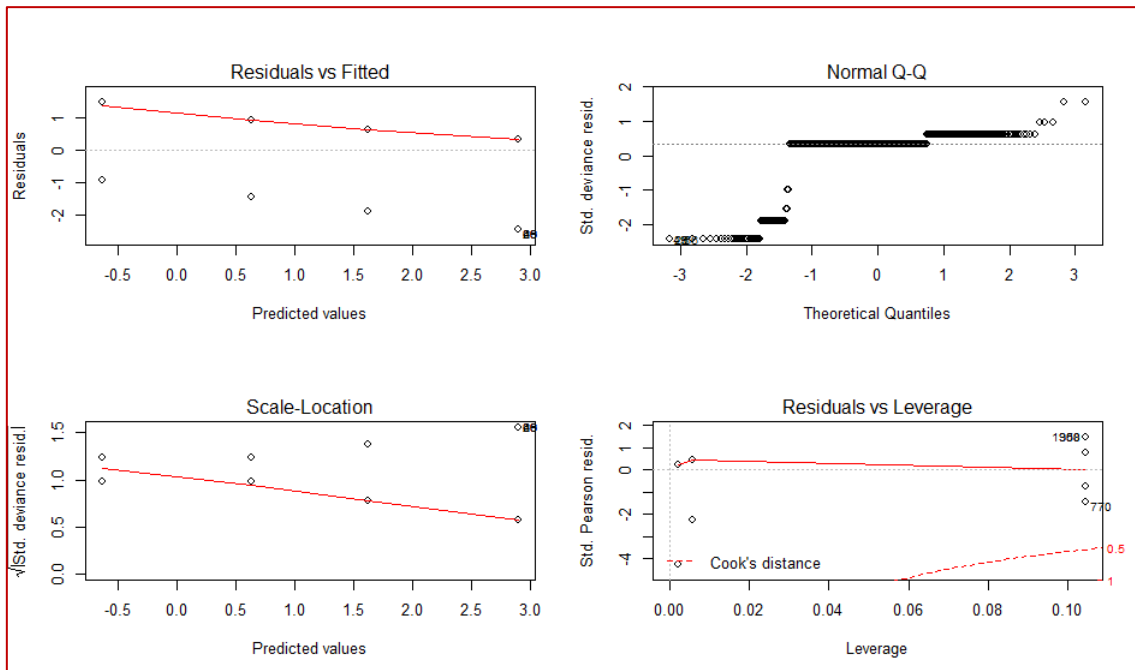
Figura 63 - Gràfica de punts amb la probabilitat calculada segons el model

I es pot realitzar la predicció de la probabilitat de no presentar una intubació difícil amb les quatre combinacions possibles:

Historia	Patologia	Probabilitat d'èxit
-	-	94.74 %
+	+	34.62 %
+	-	65.17 %
-	+	83.49 %

Figura 64 - Taula de probabilitat

6.1.4. Diagnòstic de residus

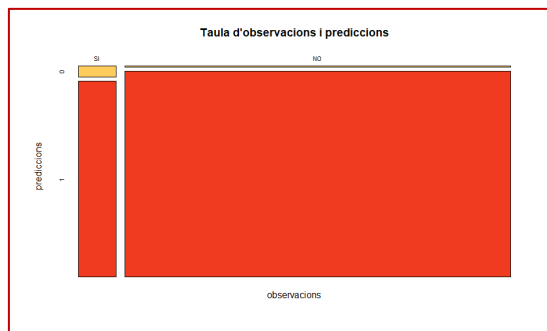


- Diferència de residus: 30.7935
- Graus de llibertat: 2
- p value: < 0.001

El model en conjunt sí és significatiu i, d'acord als valors de p mostrats al summary(), també és significativa la contribució al model d'ambdós predictors.

6.1.5. Comparació de les prediccions amb les observacions.

Per a aquest estudi s'utilitzarà un llindar de 0.5. Si la probabilitat predita d'intubació fàcil és superior a 0.5 s'assigna al nivell 1 (NO intubació difícil), si es menor s'assigna al nivell 0 (SI intubació difícil).



		Prediccions	
		0	1
Observacions	SI	3	54
	NO	2	581

Figura 65 - Taula creuada d'observacions i prediccions

El model és capaç de predir el 91.25% de les observacions d'entrenament.

6.1.6. Conclusió

El model creat per a predir la probabilitat de que un pacient sigui fàcil d'intubar a partir de l'existència d'història prèvia d'intubació difícil i de l'existència de patologia associada a VAD és en conjunt significatiu d'acord al Likelihood ratio (p value: < 0.001). El p value d'ambdós predictors és significatiu (Historia (p < 0.001), Patologia (p < 0.001)).

6.2. Model per a nens de més de 5 anys (5 - 16 anys)

Per a realitzar aquest anàlisi es recullen les dades obtingudes a l'anàlisi anterior que tenen significació estadística i coherència clínica , entenent (+) com a presència del factor de risc:

		Intubació difícil		Test de Fisher (P value)	Odds Ratio
		SI	NO		
Història	+	16	6	< 0.001	29.158
	-	60	663		
Patologia	+	49	112	< 0.001	8.987
	-	27	557		
Distància	+	16	21	< 0.001	8.184
	-	60	648		
Obertura	+	28	34	< 0.001	10.826
	-	48	635		
Moviment	+	23	19	< 0.001	14.729
	-	53	650		

Figura 66 - Resum de les dades d'intubació difícil i els riscos

En tots ells s'observa una relació estadísticament significativa amb diferents valors d'oportunitat.

6.2.1. Equació del model

```
> model_5 <- glm(ID ~ Historia + Pat_assoc + Distancia + Obert3 + Mov2, family = "binomial", data = BD_r5)
> summary(model_5)

Call:
glm(formula = ID ~ Historia + Pat_assoc + Distancia + Obert3 +
     Mov2, family = "binomial", data = BD_r5)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.5720  0.2731  0.2731  0.2731  2.5888

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  3.2704     0.2115  15.461 < 2e-16 ***
Historial   -1.7401     0.6188  -2.812  0.004921 **
Pat_assoc1  -1.4623     0.3023  -4.838  1.31e-06 ***
Distancial  -0.6842     0.5247  -1.304  0.192231
Obert31     -1.3090     0.3743  -3.497  0.000471 ***
Mov21       -1.3902     0.4232  -3.285  0.001019 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 490.93  on 744  degrees of freedom
Residual deviance: 357.38  on 739  degrees of freedom
AIC: 369.38

Number of Fisher Scoring iterations: 6
```

Figura 67 - Sumari de les dades del model logístic inicial

El model establert relaciona amb l'èxit la facilitat d'intubar, d'acord amb aquest model, el logaritme d'odds de que una intubació sigui fàcil està negativament relacionat amb tots els factors inclosos, sent significativa aquesta relació, llevat de la significació calculada per la Distància (p valor 0.192). A un nivell de significació $\alpha = 0.05$ el valor de l'estadístic de Wald és de -1.304, que en valor absolut és menor que el

punt crític 1.96, en conseqüència, el paràmetre associat a Distància no és significativament diferent de 0 segons aquest contrast.

Per a realitzar la comprovació es realitza un contrast pel test condicional de raó de versemblança; contrastant si el paràmetre associat a la Distància és 0, ajustant un model amb aquesta variable i un altre model sense. El valor de p associat al test de Khi-quadrat és de 0.202, per tant superior a 0.05, amb el que es conclou que la variable Distància no s'ha d'incloure al model.

```
Call:
glm(formula = ID ~ Historia + Pat_assoc + obert3 + Mov2, family = "binomial",
     data = BD_r5)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.5638  0.2761  0.2761  0.2761  2.4812

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  3.2484      0.2097  15.487 < 2e-16 ***
Historia1    -1.9930      0.5791  -3.441 0.000579 ***
Pat_assoc1   -1.4538      0.3008  -4.832 1.35e-06 ***
Obert31      -1.4589      0.3533  -4.129 3.64e-05 ***
Mov21        -1.3738      0.4215  -3.259 0.001117 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 490.93  on 744  degrees of freedom
Residual deviance: 359.01  on 740  degrees of freedom
AIC: 369.01

Number of Fisher Scoring iterations: 6
```

Figura 68 - Sumari del model definitiu

Presentació de l'equació en termes de logits, d'odds i de probabilitat

$$\ln \left[\frac{P(int. dif.)}{P(int. NO dif.)} \right] = \text{logit} = 3.248 - 1.993 \text{ hist} - 1.454 \text{ patol} - 1.459 \text{ obert} - 1.37 \text{ movim}$$

$$\text{Odds} = \frac{P(int. dif.)}{P(int. NO dif.)} = e^{\text{logit}} = e^{3.248 - 1.993 \text{ hist} - 1.454 \text{ patol} - 1.459 \text{ obert} - 1.37 \text{ movim}}$$

$$P(int. dif.) = \frac{e^{\text{logit}}}{1 + e^{\text{logit}}} = \frac{e^{3.248 - 1.993 \text{ hist} - 1.454 \text{ patol} - 1.459 \text{ obert} - 1.37 \text{ movim}}}{1 + e^{3.248 - 1.993 \text{ hist} - 1.454 \text{ patol} - 1.459 \text{ obert} - 1.37 \text{ movim}}}$$

6.2.2. Prediccions per a valors nous amb el model ajustat

Sota aquest model es poden crear valors de probabilitat de presentar intubació fàcil, representats en aquest gràfic.

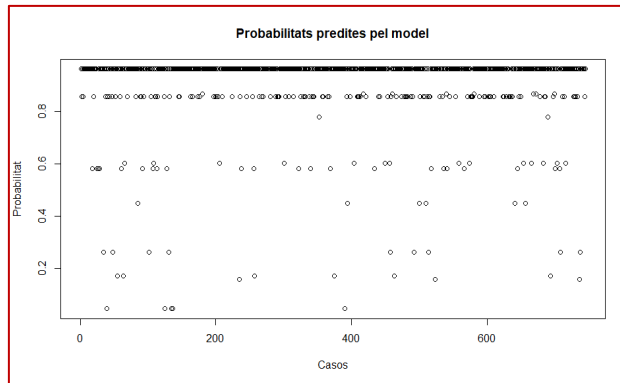
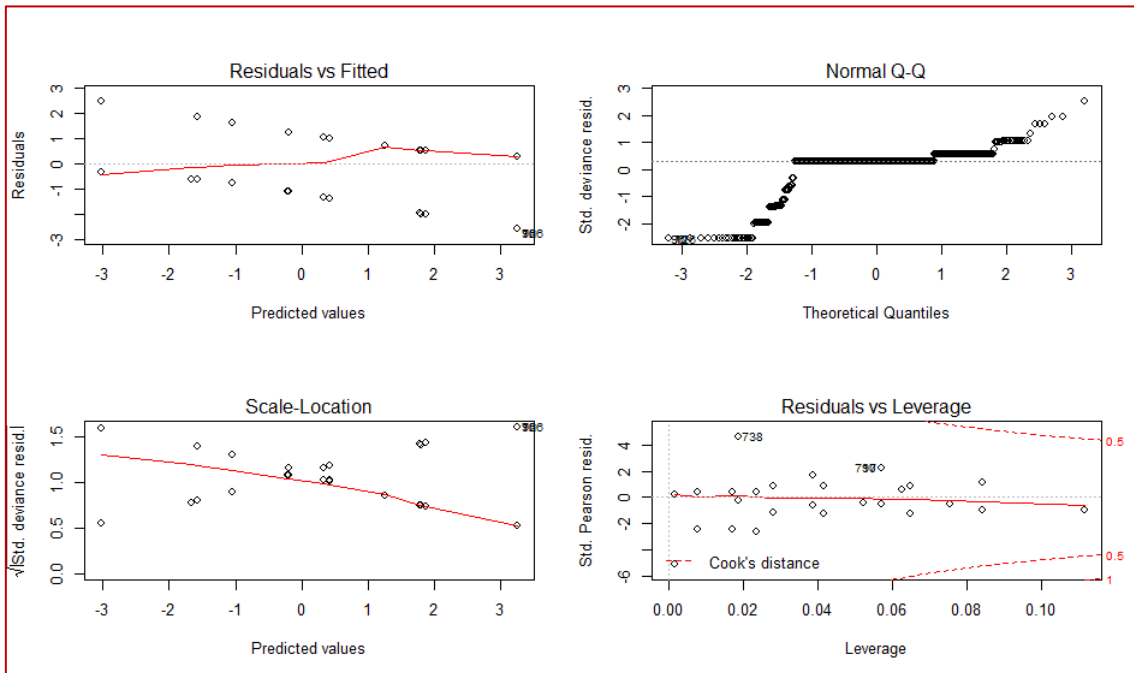


Figura 69 - Gràfic de punts amb representació de les probabilitats de nous casos predits pel model

6.2.3. Diagnòstic dels residus

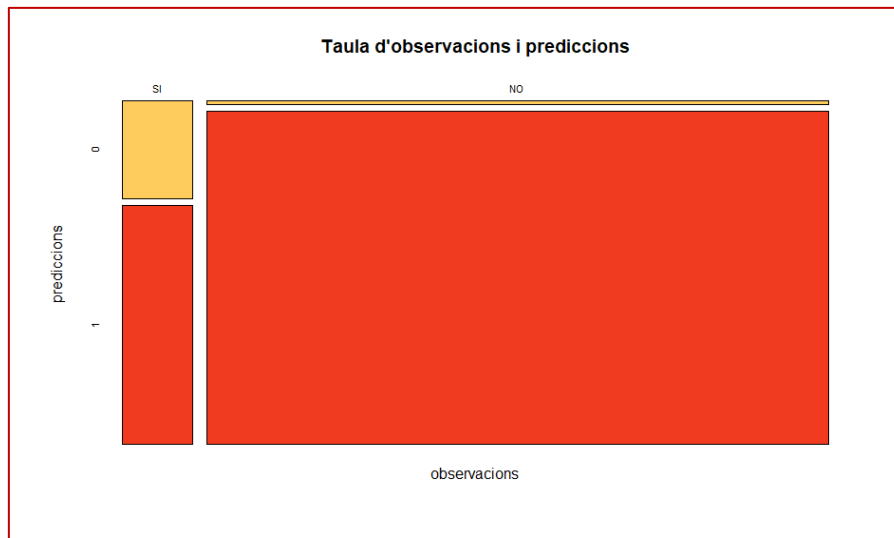


- Diferència de residus: 131.9265
- Graus de llibertat: 4
- p value: < 0.001

El model en conjunt sí és significatiu i, d'acord als valors de p mostrats al summary(), també és significativa la contribució al model de tots els predictors.

6.2.4. Comparació de les prediccions amb les observacions.

Per a aquest estudi s'utilitzarà un llindar de 0.5. Si la probabilitat predita d'intubació fàcil és superior a 0.5 s'assigna al nivell 1 (NO intubació difícil), si es menor s'assigna al nivell 0 (SI intubació difícil)



		Prediccions	
		0	1
Observacions	SI	22	54
	NO	7	662

Figura 70 - Taula creuada d'observacions i prediccions

El model és capaç de predir el 91.81% de les observacions d'entrenament.

7. Conclusions

Dins de l'assistència sanitària, el procediment de la intubació traqueal, suposa un dels moments més crítics; forma part dels algorismes de reanimació cardiopulmonar, protocols de tractament del pacient a les Unitats de Cures Intensives, i també una situació freqüent a l'àrea quirúrgica. És essencial en la planificació, la predicció d'aquells aspectes inherents al pacient que condicionarien l'aparició d'un incident que podria tenir conseqüències fatals.

La investigació ha estat realitzada a l'HUVH, centre hospitalari d'alta especialització. L'anàlisi descriptiu de l'edat de la població exposa una distribució unimodal, amb un gran nombre de casos situats per sota d'un any. Aquest fet probablement condiciona els resultats obtinguts en quant a l'associació entre l'edat i la freqüència d'intubació difícil.

La prevalença d'intubació difícil és similar a la publicada a la literatura científica; però cal destacar la diferència entre la calculada segons la definició expressada per l'ASA i l'expressada en els mètodes d'aquest treball. Això significa que segons la tesi de la investigadora, es classifiquen més pacients com a intubació difícil, augmentant el valor predictiu positiu i disminueix el valor predictiu negatiu dels tests.

Amb aquest estudi s'estableixen aquells tests predictius de VAD vàlids per al pacient en edat pediàtrica. Aquest grup etari, donades les seves característiques anatòmiques i fisiològiques determinades pel creixement, presenta una dificultat afegida, la manca de col·laboració.

Es conclou que hi ha una sèrie de variables que no poden ser avaluades en el pacient pediàtric ja que requereixen la disponibilitat del pacient, i altres que no s'avaluen correctament per la dificultat en establir uns criteris adequats. En el tractament de les dades absents s'ha inclòs aquest criteri, ja que s'ha considerat que formava part del comportament de la població enfront de les variables.

Partint d'aquesta limitació es creen dos models, un per als nens en edat preescolar (menys de 5 anys) i un altre pels individus de més edat. En el primer s'inclouen els elements que no depenen de la participació del pacient: història prèvia d'intubació difícil i patologia associada a via aèria difícil.

Aquests dos agents han demostrat tenir un relació significativa i positiva d'intubació difícil en els dos grups i també quan es considera la totalitat dels pacients. Coincideix amb l'escala d'Arné del pacient adult, serien els que presenten un coeficient més alt.

Els tests predictius restants només serien aplicables en els pacients cooperadors, aquesta limitació no és només per als nens petits sinó que s'estén a aquells que presentin trastorns del desenvolupament i de l'aprenentatge.

La predicció basada en la distància tiromental es troba, d'inici, amb un error conceptual. Es defineix amb un valor exacte, 6 - 6.5 cm. Això al món pediàtric ja és un error, ja que donades les diferents etapes evolutives, no es pot aplicar i s'adapta a les travesses de dit. En l'anàlisi estadístic s'observa una aparent contradicció, tot i que presenta un valor d'Odds Ràtio de 8.23 i de risc relatiu de 5.10 en l'associació bivariable, no està inclòs en el model de regressió logística per manca de significació estadística.

És precís comentar les conclusions extretes del test de Mallampati, ja que a la manca d'una participació adequada, s'afegeix la percepció de l'observador en realitzar un test. Es pot haver produït un biaix en l'estratificació dels pacients.

El model creat per a pacients de més de 5 anys inclou, a més dels antecedents d'intubació difícils i els de patologia associada, l'obertura de la boca i la limitació del moviment cervical.

Mètode científic

Amb aquest treball s'ha realitzat una investigació clínica sobre dades obtingudes de la pràctica diària, realitzant un examen de la informació adequat per obtenir uns resultats estadísticament significatius i coherent que conduiran a la realització de publicacions científiques.

S'ha creat un programa en R que permet resoldre aquesta pregunta concreta, però que permetrà l'anàlisi d'altres dades en aquest aspecte de la pràctica clínica i també en altres vessants de l'anestesiologia.

En tractar-se d'un estudi retrospectiu, la recollida de dades d'aquest estudi és totalment manual. En el món actual on hi ha gran disponibilitat de dades, especialment en l'àmbit sanitari, se'n fa ús d'eines d'informàtica biomèdica i estadística per a l'anàlisi de dades clíniques. La reutilització de la informació existent a la Història Clínica Electrònica per a la investigació de malalties i/o comorbiditats i les seves manifestacions clíniques i la seva relació amb proves de laboratori i/o d'imatge, constitueix un camp de gran interès pel benefici que pot aportar en el coneixement de la influència de certes malalties i/o la seva relació amb altres patologies. En canvi, la majoria de serveis d'anestesiologia no disposen d'una ressenya informatitzada del malalt, i els registres emprats provenen de fulls en paper que es digitalitzen. Aquesta reclamació de la creació d'una base de dades mitjançant el bolcatge de dades recollides en els fulls d'avaluació preanestèsica i les anomenades Estacions de Treball Quirúrgic del sistema SAP és una crida al desert, ja que no es destinen recursos econòmics a aquests evolutius.

Seria possible el disseny d'un estudi clínic prospectiu de manera que la recollida de dades seria estandarditzada, mitjançant l'establiment d'uns criteris clars d'inclusió i classificació dels tests predictius. Des del punt de vista anestèsic, s'hauria d'incloure el temps requerit per a la intubació, com a variable associada de manera directa a la intubació difícil, o els anys d'experiència de l'anestesiòleg, com a factor de confusió.

L'anàlisi de les associacions bivariades mitjançant les taules de contingència permet l'extracció de les probabilitats de risc. Mitjançant una regressió logística simple s'hagués afegit informació predictiva aïllada d'aquests tests, però no es va considerar que fos un aspecte clínicament rellevant.

El model de regressió logística es podria ampliar incloent altres factors, inclosos en altres escales de valoració, com seria l'edat i el pes del pacient, però no eren objecte principal de la investigació. En el cas de l'edat, no es van observar diferències estadísticament significatives entre les agrupacions segons intubació difícil. Potser seria convenient crear una classificació i escala per a poder buscar el llindar en el que apareix una intubació difícil.

El capítol dedicat a metodologia estadística exposa els conceptes bàsics emprats per a la realització de l'estudi i els seu anàlisi. Juntament amb la nomenclatura estadística inclosa en el glossari poden ajudar a aquells lectors interessats en la gestió de la via aèria, però profans en estadística i anàlisi de dades a comprendre tots els elements de la recerca.

Cap a on es dirigeix aquesta investigació?

La base de dades obtinguda és suficientment gran per qüestionar altres línies d'anàlisi: quina és la influència de la síndrome d'apnea obstructiva de la son en la via aèria difícil? s'ha de considerar realment com a patologia associada a VAD? el pes de les cirurgies prèvies en la limitació de la mobilitat cervical hauria de modificar la concepció d'aquest aspecte en el pacient pediàtric? la distància tiromental és un mètode adequat de mesura de l'espai orofaringi?

Des d'una altre òptica, el disseny d'un estudi clínic prospectiu permetria homogeneïtzar els tests predictius i establir uns criteris d'intubació difícil multifactorials, amb el que es produiria un model logístic més acurat.

Aquesta memòria ha suposat un testimoniatge de la dificultat del treball científic dins de la pràctica assistencial, tant en el mètode com en la dedicació. Suposa també un repte en quan a la planificació i temporització, que en un futur estarà publicat a les revistes científiques de l'especialitat.

8. Glossari

Acrònims

ASA - American Society of Anesthesiologists. Societat Americana d'Anestesiòlegs

HUVH - Hospital Universitari Vall d'Hebron. Barcelona

OR - Odds Ràtio

RL - Regressió logística

RR - Risc Relatiu

SCARTD - Societat Catalana d'Anestesiologia, Reanimació i Terapèutica del Dolor

VAD - Via aèria difícil

Conceptes estadístics

Anàlisi de dades: Tècnica de recerca que consisteix a explorar conjunts de dades amb l'ajuda d'eines informàtiques especialitzades, algorismes o sistemes d'intel·ligència artificial, amb la finalitat d'obtenir informació útil per a la presa de decisions.¹³

Conjunt de dades: (data set) Base de dades. Grup de dades relacionades format per elements individuals que poden ser tractats tècnicament com una sola unitat.¹³

Dada: Conjunt d'informacions qualitatives o quantitatives que poden representar-se en forma de signes i que són utilitzades per a mesurar diferents paràmetres en un estudi.¹⁴

Dada no disponible: (missing data) Dada que no s'ha pogut obtenir referent a una variable d'un estudi.¹⁴ Valors absent, mancants Són dades que no consten degut a qualsevol esdeveniment, com ara errades a la transcripció de les dades o l'absència de resposta d'una enquesta. Les dades poden faltar de manera aleatòria o no aleatòria. Les dades faltants aleatòries poden pertorbar l'anàlisi de dades donat que disminueixen la grandària de les mostres i en conseqüència la potència a les proves de contrast d'hipòtesis. Les dades faltants no aleatòries ocasionen, a més, disminució de la representativitat de la mostra.

Diagrama de caixa: (box-plot) Gràfic de distribució d'una variable en què la distribució dels valors de cada categoria adopta la forma d'un rectangle amb un segment de prolongació en cada extrem, que permet mostrar els valors atípics, la mediana i els quartils.¹³

Estimació: Determinació del valor d'una variable. Habitualment, el valor estimat s'acompanya d'una mesura del grau d'incertesa.²⁸

Freqüència: Nombre o fracció d'elements d'una població o d'una mostra que tenen un determinat valor d'una variable o una determinada combinació de valors de variables.

Gràfic circular o de sectors: (pie chart) Gràfic en què es representen parts d'un total per mitjà d'un cercle dividit en sectors proporcionals als valors de cadascuna de les categories representades.¹³

Gràfic de barres: (bar chart) Gràfic de comparació constituït per un eix quantitatiu i un eix textual en què es representa el valor de diverses categories de dades per mitjà de barres horitzontals o verticals de longitud variable segons el valor.¹³

Gràfic de barres agrupades: Gràfic de barres en què cada categoria de dades es representa mitjançant diverses barres relatives a diferents elements d'aquella categoria, les quals se situen en l'eix textual l'una al costat de l'altra, formant un bloc separat respecte de les barres de la categoria següent, que permet comparar el valor dels diferents elements de cada categoria i, en general, de les diferents categories.¹³

Gràfic de dispersió: (scatterplot) Gràfic de correlació que representa la relació entre dues variables quantitatives per mitjà d'uns eixos de coordenades ortogonals i una sèrie de punts, representatius de cadascun dels elements analitzats, que se situen en l'espai en funció del valor que tenen en cadascun dels eixos.¹³

Gràfic de línies: (line chart) Gràfic de tendència constituït per dos eixos en què es representa la relació entre dues variables mitjançant una sèrie de punts connectats amb una línia.¹³

Histograma: Gràfic de distribució format per una sèrie de barres per als valors de cada variable, l'alçada de les quals representa la freqüència d'aparició de valors dins un rang que defineix cada barra mateixa.¹³

Inferència estadística: Procés de generalització d'una estimació a partir dels resultats obtinguts en una mostra limitada a la totalitat de la població que contenia la mostra, que es basa en determinades hipòtesis plausibles.²⁸

Interval de confiança: Interval calculat, per a una probabilitat donada, perquè el valor veritable d'una mesura hi estigui contingut.²⁸

Khi quadrat: Variable aleatòria contínua que resulta de la suma dels quadrats d'un cert nombre de variables normals estandarditzades independents. El nombre de variables normals estandarditzades independents constitueix els graus de llibertat de la khi quadrat. La forma khi, nom de la lletra grega χ , se sol pronunciar en català amb la consonant inicial aspirada ([χ i]).¹⁴

Logit: Valor que resulta de la transformació d'una probabilitat que consisteix en el logaritme neperià del quocient que resulta de dividir la probabilitat per la seva probabilitat complementària.¹⁴

Mitjana: Mesura de tendència central que es calcula amb la suma de tots els valors dividida pel nombre de valors del conjunt.

Moda: Mesura de tendència central que és igual al valor més freqüent d'una variable respecte als valors que l'envolten.¹⁴

Nivell de significació estadística: Valor de la probabilitat que un resultat sigui a causa de l'atzar en lloc de a conseqüència d'una intervenció determinada. És mesurat pel valor de p. En la majoria de treballs biomèdics el nivell de significació estadística és del 5 % ($P < 0,05$). En aquest cas es considera que la probabilitat que l'atzar sigui la causa del valor obtingut és prou baixa per a justificar la denominació d'estadísticament significatiu del resultat.²⁸

Prova de la suma dels rangs de Wilcoxon: Prova de Wilcoxon per a dades independents, prova dels rangs. Prova no paramètrica que compara les tendències de dues subpoblacions a partir dels rangs de les observacions d'una variable quantitativa.¹⁴

Prova U de Mann-Whitney: Prova no paramètrica emprada per a verificar si hi ha relació entre una variable quantitativa i una variable qualitativa, quan la variable qualitativa té dos valors. Sovint la prova de Mann-Whitney i la prova de la suma dels rangs de Wilcoxon (també coneguda com a prova de Wilcoxon per a dades independents o prova dels rangs) es consideren equivalents.¹⁴

Prova de Wilcoxon per a dades aparellades: Prova no paramètrica emprada per a verificar en dades aparellades d'una variable quantitativa si hi ha diferències significatives entre la primera i la segona observació.¹⁴

Prova de Wilcoxon per a dades independents: Prova no paramètrica que compara les tendències de dues subpoblacions a partir dels rangs de les observacions d'una variable quantitativa. Sovint la prova de la suma de rangs de Wilcoxon i la prova de Mann-Whitney es consideren equivalents.¹⁴

Prova khi quadrat: Prova basada en un estadístic que, sota certes suposicions, segueix una distribució khi quadrat.

Prova khi quadrat de Pearson: (chi-square goodness-of-fit test, chi-square test for independence, Pearson's chi-square test). Prova khi quadrat que mesura la distància entre una distribució de freqüències observada i una altra de predita amb un model estadístic determinat.¹⁴

Quartil: Els quartils d'un conjunt ordenat de dades són els tres punts de tall que divideixen el conjunt de dades en quatre grups de la mateixa mida²⁹

Ràtio: Quocient entre dos elements o dues magnituds per a posar-los en comparació.¹⁴

Variància: Mesura de la dispersió d'una variable aleatòria respecte al seu valor mitjà, que és igual a l'esperança matemàtica del quadrat de la diferència entre la variable i la seva esperança.³⁰

Conceptes de rellevància clínica

Adolescent: A efectes de la classificació, persona de més de 8 anys fins que arriba a l'edat adulta.

Anestèsia: Pèrdua reversible de la sensibilitat a causa d'una depressió farmacològica de la funció del sistema nerviós central o perifèric.³¹ Estat d'insensibilitat total o parcial produït per malaltia, per hipnotisme o per absorció de certes substàncies.³⁰

Anestèsia general: Pèrdua temporal i reversible de l'activitat funcional del sistema nerviós central, aconseguida mitjançant l'administració d'un agent anestèsic per via inhalatòria o intravenosa.³¹

Dispositiu supraglòtic: Dispositiu de via aèria que proporciona ventilació de forma directe a través de l'obertura glòtica, situant-se per sobre d'aquesta.

Infant: Persona de més d'un any però menys de 8 anys.

Intubació: Tècnica que consisteix a introduir un tub a través del nas o la boca del pacient fins arribar a la tràquea, per tal de mantenir la via aèria oberta i poder assistir-lo en el procés de ventilació.

Intubació difícil: Necessitat de tres o més intents per a la intubació de la tràquea o més de 10 minuts per aconseguir-la.

Lactant: A efectes de la classificació, nen de fins un any d'edat.

Nounat, nadó: Nen de fins a 28 dies de vida.

Ventilació: En fisiologia respiratòria, procés de bescanvi de gasos entre els pulmons i l'aire exterior, respiració. Atès que el pulmó no posseeix activitat intrínseca pròpia, l'adaptació de la ventilació a les necessitats fisiològiques de l'organisme (consum d'oxigen, producció de diòxid de carboni) s'efectua per mitjà d'un sistema automàtic de control, encarregat de regular la seva periodicitat, profunditat i ritme. Aquest sistema de control és format per uns centres nerviosos, situats a la protuberància i el bulb, que, en conjunt, constitueixen el centre respiratori, i per uns receptors pulmonars, quimiorceptors perifèrics i centrals i receptors musculars.³¹

Ventilació difícil: Incapacitat d'un anestesiològ entrenat per mantenir la saturació d'oxigen superior al 90% usant una màscara facial, amb una fracció inspirada d'oxigen de 100%.²

Via aèria difícil: Situació clínica en què un anestesiològ amb entrenament convencional experimenta dificultats per a la ventilació administrada per una màscara facial, la dificultat amb la intubació traqueal o ambdós

9. Annex

Codificació de les patologies associades a via aèria difícil

Congènites

- CA - Anomalies laríngees i subglòtiques.
- CB - Obertura bucal limitada
- CC - Cavitat oral petita
- CD - Hipoplàsia mandibular
- CE - Macroglòsia
- CF- Malposicionament ossos crani
- CG - Masses coll o via aèria
- CH - Movilitat anormal del coll

C1 - Acondroplàsia

C2 - Anomalies laríngees i subglòtiques.

C3 - Artritis reumatoïda juvenil

C4 - Artrogriposis

C5 - Craneosinostosis

C6 - Epidermòlisis bullosa

C7 - Hemangiomes

C8 - Hidrocefàlia

C9 - Higroma cístic

C10 - Hipotiroidisme

C11 - Inestabilitat atlas-odontoides

C12 - Llavi leporí

C13 - Macroglòsia

C14 - Mucopolisacaridosis

C15 - Paladar ojival

C16 - Paladar fes

C17 - SAOS

C18 - Sd. Alexander

C19 - Sd. Apert

C20 - Sd. Beckwith-Wiedeman

C21 - Sd. Carpenter

C22 - Sd. CHARGE

C23 - Sd. Chiari

C24 - Sd. Crouzon

C25 - Sd. Cushing

C26 - Sd. Freeman-Sheldon

C27 - Sd. DiGeorge

C28 - Sd. Down

C29 - Sd. Goldenhar

C30 - Sd. Hallermann-Strieff

C31 - Sd. Klippel-Feil

C32 - Sd. Loeitz-Dietz.

C33 - Sd. Meier Gorlin

C34 - Sd. Moebius

C35 - Sd. Noonan

C36 - Sd. Pierre-Robin

C37 - Sd. Rubinstein Taiby

C38 - Sd. Treacher-Collins

C39 - Sd. VACTER

C40 - Teratomes

Adquirides

- A1 - Abscés retrofaringi i peritonsilar
- A2 - Anafilàxia
- A3 - Anomalies laríngees i subglòtiques.
- A4 - Cirurgia prèvia
- A5 - Cossos extranyes
- A6 - Epiglotitis, crup i traqueïtis
- A7 - Masses coll
- A8 - Movilitat anormal del coll
- A9 - Paràlisi cerebral
- A10 - Radioteràpia
- A11 - Cremades
- A12 - Traumatismes facials
- A13 - Tumors

10. Bibliografia

1. Intubació traqueal - Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure.
https://ca.wikipedia.org/wiki/Intubaci%C3%B3_traqueal. Accessed May 20, 2019.
2. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, et al. Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. 2013;118(2):251-270. doi:10.1097/ALN.0b013e31827773b2
3. Heinrich S, Birkholz T, Ihmsen H, Irouschek A, Ackermann A, Schmidt J. Incidence and predictors of difficult laryngoscopy in 11.219 pediatric anesthesia procedures. *Pediatr Anesth*. 2012;22(8):729-736. doi:10.1111/j.1460-9592.2012.03813.x
4. Arné J, Descoins P, Fusciardi J, et al. Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery: predictive value of a clinical multivariate risk index. *Br J Anaesth*. 1998;80(2):140-146. doi:10.1093/bja/80.2.140
5. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*. 1984;39(11):1105-1111. doi:10.1111/j.1365-2044.1984.tb08932.x
6. Martínez G, Gener ED. Vía aérea difícil en pediatría : signos predictores . *Rev ciencias medicas pinar del rio*. 2007;11(1).
7. López-Roldán P, Fachelli S. *Metodología de La Investigación Social Cuantitativa*.
https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsocua_a2016_cap1-2.pdf.
8. Vandembroucke JP, Von Elm E, Altman DG, et al. Mejorar la comunicación de estudios observacionales en epidemiología (STROBE): explicación y elaboración. *Gac Sanit*. 2009;23(2):1-28. doi:10.1016/j.gaceta.2008.12.001
9. Sarmiento B, Fernández F. Estadística descriptiva: introducción al análisis de datos. 2014:324.
10. Mathur SK. *Statistical Bioinformatics : With R*. Elsevier Science; 2010.
11. Sentís Vilalta J. *Licenciatura Bioestadística*. (Masson, ed.); 1992.
12. Rius Díaz, Francisca; Wörnberg Wörnberg J. *Bioestadística*. Paraninfo; 2014.
13. Terminologia de la visualització de dades | TERMCAT. <https://www.termcat.cat/ca/diccionaris-en-linia/254>. Accessed May 30, 2019.
14. Neoloteca | TERMCAT.
https://www.termcat.cat/ca/neoloteca/tematic?thematic_area=Matem%C3%A0tiques&page=2. Accessed May 30, 2019.
15. Andreu E, Schmucker E, Drudis R, et al. Algoritmo de la vía aérea difícil en pediatría. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2011;58(5):304-311. doi:10.1016/S0034-9356(11)70066-4
16. Karkouti K, Rose DK, Wigglesworth D, Cohen MM. Predicting difficult intubation: A multivariable analysis. *Can J Anesth*. 2000;47(8):730-739. doi:10.1007/BF03019474
17. Diana Moyao-García D. *La Vía Aérea En Pediatría*. Vol 39.
www.medigraphic.org.mxhttp://www.medigraphic.com/rma.
18. Streiff A, Chimhundu-Sithole T, Evans F. Approach to the Paediatric Difficult Airway in a High-Versus Low-Resource Setting: A Comparison of Algorithms and Difficult-Airway Trolleys. *Anesth Tutor Week*. 2019;(March):1-11. www.wfsahq.org/resources/anaesthesia-tutorial-of-the-week.
19. Shiga T, Wajima I, Inoue T, Sakamoto A. *Predicting Difficult Intubation in Apparently Normal Patients*. Vol 103.; 2005.
http://www.viaaereadificil.com.br/avaliacao_vad/avaliacao_pdf/Predicting_Difficult_Intubation.pdf.
20. Rao Mallampati S, Gugino LD, Desai rao SP, Waraksa CRNA B, Freiburger D, Liu MO PL. *A Clinical Sign to Predict Difficult Tracheal Intubation: A Prospective Study*. <http://www.ajar-online.fr/wp-content/uploads/2015/04/A-clinical-sign-to-predict-difficult-tracheal-intubation-a-prospective-study.pdf>.

21. Nørskov AK, Wetterslev J, Rosenstock C V., et al. Effects of using the simplified airway risk index vs usual airway assessment on unanticipated difficult tracheal intubation - A cluster randomized trial with 64,273 participants. *Br J Anaesth*. 2016. doi:10.1093/bja/aew057
22. Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P. PREDICTING DIFFICULT INTUBATION. *Br J Anaesth*. 1988;61(2):211-216. doi:10.1093/bja/61.2.211
23. Orozco-díaz É, Álvarez-ríos JJ, Arceo-díaz JL, Ornelas-aguirre JM. Predicción de intubación difícil mediante escalas de valoración de la vía aérea. 2010;(5):393-399.
24. M. T, M. P. Short thyromental distance: A predictor of difficult intubation or an indicator for small blade selection? *Anesthesiology*. 2006;104(6):1131-1136. doi:10.1097/00000542-200606000-00006
25. Engelhardt T, Virag K, Veyckemans F, Habre W, APRICOT Group of the European Society of Anaesthesiology Clinical Trial Network. Airway management in paediatric anaesthesia in Europe—insights from APRICOT (Anaesthesia Practice In Children Observational Trial): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Br J Anaesth*. 2018;121(1):66-75. doi:10.1016/j.bja.2018.04.013
26. Societat Catalana d'Anestesiologia i Reanimació; Grup de via àeria difícil. Valoració via aèria difícil.
27. Santos APSV, Mathias LAST, Gozzani JL, Watanabe M. Difficult Intubation in Children: Applicability of the Mallampati Index. *Brazilian J Anesthesiol*. 2013;61(2):156-162. doi:10.1016/s0034-7094(11)70020-4
28. Diccionari General DCT. <https://cit.iec.cat/progdct/defaultsinonims.asp?opcio=1&cerca=significaci%F3#top>. Accessed June 5, 2019.
29. Gencat. *Què És La Visualització de Dades Guia de Visualització de Dades 1 Guia de Visualització de Dades*. <http://atenciociudadana.gencat.cat/web/.content/manuals/guia-visualitzacio-dades.pdf>.
30. Institut d'Estudis Catalans - Diec2. <https://dlc.iec.cat/results.asp>. Accessed June 3, 2019.
31. Diccionari enciclopèdic de medicina (DEMCAT). Versió de treball | TERMCAT. [https://www.termcat.cat/ca/diccionaris-en-linia/183/tematic?thematic_area=Anestesiologia.Tractament del dolor i medicines pal·liatives. Ressuscitaci³&page=10](https://www.termcat.cat/ca/diccionaris-en-linia/183/tematic?thematic_area=Anestesiologia.Tractament%20del%20dolor%20i%20medicines%20pal%20liatives.Ressuscitaci%3&page=10). Accessed June 9, 2019.