

## Monitorering og reversering av nevromuskulær blokada ved generell anestesi – en tverrsnittundersøkelse av anestesipersonells praksis og vurderinger

### Sigrunn Drageset

Høgskulen på Vestlandet, Norge

E-post: [sigrunn.drageset@hvl.no](mailto:sigrunn.drageset@hvl.no)

### Pål André Hegland

Høgskulen på Vestlandet, Norge

### Vilde Rødland

Oslo universitetssykehus, Norge

### Ina Dahl

Oslo universitetssykehus, Norge

### Gro Hovland

Høgskulen på Vestlandet, Norge

### Sammendrag

**Bakgrunn:** Bruk av nevromuskulær blokada er en integrert del av dagens anestesi praksis, og risiko for restcurarisering er til stede. Dette kan medføre postoperative lungekomplikasjoner. «Norsk standard for anestesi» gjør monitorering av nevromuskulær blokada obligatorisk. Studier har vist varierende kunnskap om og bruk av nevromuskulær monitorering og reverserende medikamenter blant anestesipersonell.

**Problemstilling:** Hvordan vurderer og praktiserer anestesipersonell bruk av nevromuskulær monitorering og reversering av nevromuskulær blokada?

**Metode:** Metoden er en tverrsnittstudie gjennomført som en nettbasert spørreundersøkelse blant anestesipersonell. Spørreskjemaet ble utviklet av en prosjektgruppe bestående av masterstudenter, vitenskapelig ansatte ved en høyskole og anestesileger ved et universitetssykehus.

**Resultat:** Totalt 167 av 500 anestesipersonell gjennomførte hele spørreundersøkelsen, hvorav 108 (64,7 %) var anestesisykepleiere og 59 (35,3 %) var anestesileger. Dette ga oss en svarprosent

på 33,4 prosent. De fleste i utvalget oppga at de ikke alltid benyttet objektiv monitorering ved bruk av nevro-muskulær blokade. Anestesisykepleiere benyttet nevro-muskulær monitorering signifikant oftere enn anestesileger, mens analysene ikke viste signifikant forskjell mellom dem som har jobbet ett til fem år i yrket, og dem som har jobbet lenger. Nesten alle respondentene oppga at de benyttet objektiv nevro-muskulær monitorering i vurderingen av om reverserende medikamenter skulle gis. Nevro-muskulær monitorering lå til grunn for valg av medikamentene sugammadex eller glykoperron-neostigmin hos 72,5 prosent av respondentene. En av fem valgte alltid enten det ene eller det andre medikamentet, eller de oppga at valg av type medikament var tilfeldig.

**Konklusjon:** Anestesipersonell fulgte ikke alltid anbefalingen om å benytte nevro-muskulær overvåkning ved bruk av nevro-muskulær blokade. Valg av reverserende medikament synes også noe tilfeldig. Kunnskapen omkring vurdering og bruk av nevro-muskulær monitorering må fremmes, slik at anestesipersonellet følger anbefalt praksis.

**Nøkkelord:** *objektiv nevro-muskulær monitorering; nevro-muskulær blokade; generell anestesi; anestesipersonell; anestesisykepleier*

## Abstract

### Monitoring and reversal of neuromuscular blockade in general anesthesia – a cross-sectional survey of anesthesia personnel practice and assessments

**Background:** The use of neuromuscular blocking agents is an integrated part of current anesthesia practice, and the risk of residual curarisation is present. This may lead to postoperative respiratory complications. “The Norwegian standard of anesthesia” makes monitoring of neuromuscular blockade mandatory. Studies have shown varying knowledge about and use of neuromuscular monitoring and muscle relaxant reversal agents among anesthetists.

**Research question:** How do anesthetists assess and practice the use of neuromuscular monitoring and reversal of muscular blocking agents?

**Methods:** A cross-sectional study conducted as a web-based survey among anesthetic personnel. The questionnaire was developed by a project group consisting of master’s degree students, academic staff at a university college, and anesthesiologists at a university hospital

**Results:** A total of 167 out of 500 anesthetic personnel conducted the whole survey, where 108 (64.7%) were nurse anesthetist and 59 (35.3%) were anesthetists. This resulted in 33.4 percent response rate. The anesthetic personnel had good knowledge on how to prevent postoperative residual curarisation. Most of the respondents reported that they did not always apply objective monitoring when administering muscular blocking agents. Nurse anesthetists used neuromuscular monitoring significantly more often than anesthetists, while analyses showed no significant difference between those who had worked one to five years in the profession and those who had worked longer. Almost all stated that they used objective TOF monitoring when assessing whether to administer reversal agents. Neuromuscular monitoring was the basis for selection of the drugs sugammadex or glycoperronium-neostigmine in 72.5 percent of the respondents. One fifth always chose either one or the other drug, or that the choice was random.

**Conclusion:** Anesthetic personnel did not always follow the recommendation to use neuromuscular monitoring when administering muscular blocking agents. The choice of reversing agent also seems somewhat random. Knowledge about the assessment and use of neuromuscular monitoring must be promoted so that the anesthesia personnel follow recommended practice.

**Keywords:** *objective neuromuscular monitoring; neuromuscular blocking agents; general anesthesia; anesthetic personnel; nurse anesthetist*

## Introduksjon

Generell anestesi omfatter smertefrihet, søvn, refleksdemping og muskelrelaksasjon (nevromuskulær blokada) (1). Nevromuskulær blokada og bruk av muskelrelaxerende medikament i generell anestesi benyttes for å optimalisere forholdene for luftveishåndtering og for å gi bedre kirurgiske forhold (2,3). Varigheten av den nevromuskulære blokaden og gjenvinning av nevromuskulær funksjon er individuell og blir påvirket av blant annet nyre- og leverfunksjon, hypotermi og anestetika (4). Tradisjonelt har tiden fra siste dose av muskelrelaksantia ble gitt, sammen med kliniske tegn som tidalvolum, hodeløft og gripestyrke blitt benyttet for vurdering av nevromuskulær funksjon, og som en indikator for administrasjon av reverserende medikamenter (2,5). Imidlertid er dette en usikker metode (1,2) som ikke kan utelukke restcurarisering med komplikasjoner som hypoventilasjon, hypoksi og postoperative lungekomplikasjoner (3,4).

For å objektivt måle den nevromuskulære blokaden og oppdage restcurarisering er bruk av perifer nervestimulatur i TOF-modus (*train-of-four*) en anerkjent metode (6–8). Nevromuskulær blokada blir målt ved hjelp av to elektroder som stimulerer den aktuelle nerven og måler muskelbevegelsen. TOF blir målt ved hjelp av to elektroder som stimulerer den aktuelle nerven. Hos en pasient med normal nevromuskulær impuls-overføring vil dette vise seg som fire kontraksjoner (4). TOF-ratio bør være > 90 prosent for at klinisk relevant restcurarisering skal kunne utelukkes (4,6,8–10). Bevisst bruk av nevromuskulær blokada i tillegg til bruk av monitorering og reverserende medikamenter er sentralt for pasientens sikkerhet under anestesi (1,3,7,10). Medikamentet glykoperron-neostigmin reverserer alle ikke-depolariserende muskelrelaksantia, og det anbefales minimum 2, helst 3 til 4 utslag på TOF før glykoperron-neostigmin gis (3). Sugammadex er utviklet spesielt for å reversere rokuronium-indusert nevromuskulær blokada og kan administreres like etter den nevromuskulære blokaden er gitt, og ha full effekt etter kun et par minutter (1,3). Sugammadex reverserer nevromuskulær blokada raskere enn glykoperron-neostigmin og er assosiert med færre bivirkninger (3,11,12).

Studier viser at postoperativ restcurarisering forekommer hos 20–60 prosent av pasienter postoperativt (1,10,13–15), for vurdering av nevromuskulær funksjon blir perifer nervestimulatur i TOF-modus brukt i alle studiene. Forskning viser at anestesipersonell underestimerer forekomsten av restcurarisering (5,7). Videre påpekes det at monitorering og administrasjon av medikament bør gjennomføre best mulig måte (5). Det er varierende kunnskap om at en TOF-ratio > 90 prosent er nødvendig for å utelukke restcurarisering (14,16–19). Redusert eller manglende tilgjengelighet av utstyr, feilmeldinger og upålitelige TOF-verdier er oppgitt som medvirkende årsak til at objektiv monitorering ikke blir utført (14,17,19). Samtidig oppgir anestesipersonell at de har tilgang til objektive TOF-monitører (16,18), og det ser ut som om anestesipersonell med mindre erfaring (< 5 år) benytter seg oftere av objektiv monitorering enn de med lengre erfaring (19). Nyere oppsummeringer anbefaler at medikamentell reversering av nevromuskulær blokada bør basere seg på objektiv monitorering (1,2,10). Administrasjon av medikamentet glykoperron-neostigmin for reversering av nevromuskulær blokada uten

minimum to utslag ved TOF-monitorering, eller feilaktig dosering ut fra utslag på TOF eller pasientens vekt, kan medføre ineffektiv eller uønsket effekt (8,10).

På tross av klare anbefalinger om bruk av monitorering og reversering ved nevro-muskulær blokade, viser internasjonal forskning at det er varierende etterlevelse i praksis (1,8,10,14,18,20).

Hensikten med studien var å kartlegge hvordan anestesipersonell i en norsk kontekst vurderer og praktiserer nevro-muskulær monitorering og reversering av nevro-muskulær blokade.

## Metode

STROBE-sjekkliste for tverrsnittstudier ble benyttet.

Denne studien er en tverrsnittstudie hvor det er gjennomført en nettbasert spørreundersøkelse blant anestesipersonell (anestesisykepleiere og anestesileger).

Populasjonen i studien var anestesisykepleiere (n = 275) og anestesileger (n = 225) ved tre universitetssykehus, og aktuelle deltakere mottok invitasjon via sine avdelingsledere per e-post. Datasamlingen startet medio januar 2020 og ble avsluttet ultimo februar 2020. Inklusjonskriterier var anestesisykepleiere og anestesileger i klinisk praksis, som administrerte generell anestesi, og som benyttet samme type utstyr for monitorering og dokumentasjon av pasientopplysninger.

## Utvikling av spørreskjema

I mangel på et eksisterende spørreskjema som var dekkende for problemstilling i studien, ble det utarbeidet et eget spørreskjema (21). For å sikre kvaliteten ble utviklingen av skjemaet gjort trinn for trinn i tråd med anerkjent litteratur (21). Vi hentet inspirasjon til spørsmål fra faglitteratur og tilsvarende studier om samme tema (16,19,22). Ideen til spørreskjema ble utarbeidet av VR og ID og videreutviklet av forfatterne i artikkelen og anestesileger ved ett universitetssykehus. Spørsmålene ble formulert for å få frem vurderinger og handlinger, noe som forutsatte at temaet var kjent for respondentene (21). Spørreskjemaet inneholdt lukkede og forhåndsbestemte svaralternativer med flervalgsspørsmål og spørsmål med rangeringsskala som ga variabler på nominal- og ordinalnivå (21). Utvikling av skjemaet var en dynamisk prosess hvor stadig nye og reviderte utgaver av spørreskjemaet ble utarbeidet. Hovedsakelig ble tre av spørsmålene endret. Eksempelvis ble det etterspurt om respondenten tror postoperativ restcurarisering fortsatt er et problem, med «ja» og «nei» som svaralternativer. Dette spørsmålet ble endret slik at respondentene heller skulle svare hvor ofte de tror klinisk relevant restcurarisering forekommer.

Piloteringen av spørreskjemaet ble utført med tre anestesisykepleiere og to anestesileger ved et universitetssykehus. Med utgangspunkt i kommentarene fra piloteringen ble noen formuleringsendringer og presiseringer gjort for å få et tydeligere og mer lettlest spørreskjema. Ingen spørsmål ble fjernet eller lagt til. Det endelige spørreskjemaet besto av fjorten lukkede spørsmål med forhåndsbestemte svaralternativer, inkludert to bakgrunnsvariabler (profesjon og antall års erfaring). Respondentene ble spurt om sine vurderinger og bruk av objektiv nevro-muskulær monitorering, og medikamenter for å reversere nevro-muskulær blokade (se vedlegg 1, spørreskjema). Spørreskjemaet ble distribuert via SurveyXact.

## Analyse

Analysene ble utført ved hjelp av SPSS (versjon 26) og MS Excel (versjon 16.35).

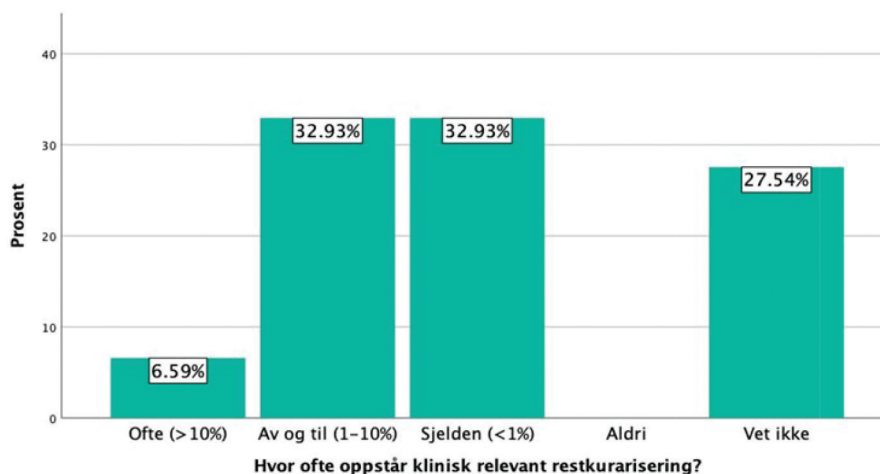
Det ble utført univariat analyse av alle variablene, og disse presenteres som frekvens (n) og prosent (%). For å teste om antall års yrkeserfaring og profesjon (anestesisykepleier versus anestesilege) hadde betydning for om deltakerne «alltid» benyttet objektiv TOF monitorering ble kji-kvadrattest utført (21). P-verdi  $< 0,05$  ble ansett som statistisk signifikant. For bakgrunnsvariabelen antall års erfaring ble kategoriene «6–15 år» og «> 16 år» slått sammen, da vi var interessert i å se forskjellen mellom de som hadde jobbet kort tid i yrket (1–5 år), og de som hadde jobbet lenge (> 5 år). Erfaring i 5 år ble valgt som «cut-off», da vi mener at anestesipersonell bør ha jobbet i 5 år i anestesifaget før de kan regnes som erfarne.

## Forskningsetikk

Gjennom det nettbaserte datasamlingsverktøyet SurveyXact ble undersøkelsen gjennomført anonymt, noe som innebar at besvarelsene ikke kunne kobles opp mot den enkelte respondenten. Studien ble godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD) med referansenummer 626326, av personvernombudet ved helseforetaket og av enhetsledere ved de aktuelle avdelingene.

## Resultat

Totalt 167 ut av 500 aktuelle anestesipersonell gjennomførte spørreundersøkelsen, og det ga en svarprosent på 33,4 prosent. Av disse var 108 (64,7 %) anestesisykepleiere og 59 (35,3 %) anestesileger. Omtrent halvparten av respondentene hadde arbeidserfaring mellom 6 og 15 år. Resten fordelte seg mellom 1 til 5 år og over 16 år (tabell 1). På spørsmål om hvor ofte klinisk relevant restcurarisering forekommer, svarte 6,6 prosent at det forekom «Ofte (> 10%)» og 27,5 prosent av respondentene svarte «Vet ikke» (se figur 1).



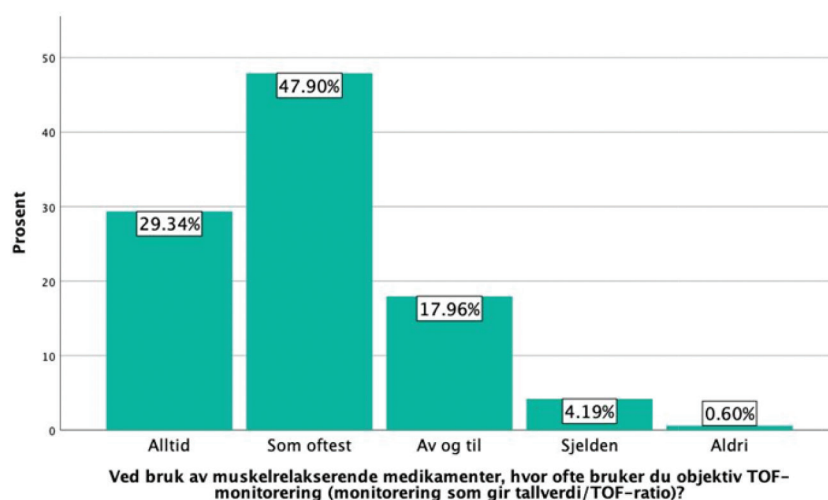
**Figur 1** Anestesipersonellets mening om forekomst av klinisk relevant restcurarisering

Av respondentene svarte 76 prosent at TOF-ratio bør være > 90 prosent før endotrakeal ekstubasjon, mens 11,4 prosent svarte at de «vurderer klinisk», TOF er som regel ikke nødvendig. De resterende svarte «under 80 %» eller «vet ikke». Videre mente 71,9 prosent av respondentene at kliniske tegn på restcurarisering ikke er en pålitelig indikator, mens 21,6 prosent svarte at kliniske tegn er pålitelig indikator. Samtidig svarte 96,4 prosent av respondentene at rutinemessig bruk av TOF-monitorering minsker tilfeller av postoperativ restcurarisering, og 92,2 prosent svarte at de som oftest stolte på TOF-verdien. For detaljer rundt funnene, se tabell 1.

**Tabell 1** Anestesipersonells vurderinger rundt TOF-monitorering

<b>Hva mener du TOF-ratio bør være før endotrakeal ekstubering? n, (%)</b>	
<b>Variabel</b>	<b>Antall (%)</b>
Vurderer klinisk	19 (11,4)
> 70%	7 (4,2)
> 80	11 (6,6)
> 90%	127 (76)
Vet ikke	3 (1,8)
<b>Mener du at kliniske tegn (hodeløft, klemming av hånd, tidalvolum, osv.) er pålitelige indikatorer for tilstrekkelig nevro-muskulær funksjon? n, (%)</b>	
<b>Variabel</b>	<b>Antall (%)</b>
Ja	36 (21,6)
Nei	120 (71,9)
Vet ikke	11 (6,6)
<b>Tror du at rutinemessig bruk av TOF-monitorering minsker tilfeller av postoperativ restcurarisering? n, (%)</b>	
<b>Variabel</b>	<b>Antall (%)</b>
Ja	161 (96,4)
Nei	6 (3,6)
<b>Stoler du på TOF-verdien du får? n, (%)</b>	
<b>Variabel</b>	<b>Antall (%)</b>
Alltid	4 (2,4)
Som oftest	154 (92,2)
Av og til	9 (5,4)
Sjelden	0
Aldri	0
<b>Hvor mener du det er riktig å plassere NMT-elektrode for mest pålitelig TOF-monitorering? n, (%)</b>	
<b>Variabel</b>	<b>Antall (%)</b>
Nervus Ulnaris	152 (91)
Nervus Facialis	3 (1,8)
Nervus Tibialis posterior	1 (0,6)
Ingen betydning	6 (3,6)
Vet ikke	5 (3)
TOF = Train-of-Four n = antall	

77,2 prosent av respondentene svarte at de alltid eller som oftest benytter objektiv TOF-monitorering ved bruk av muskelrelakserende medikamenter (figur 2).

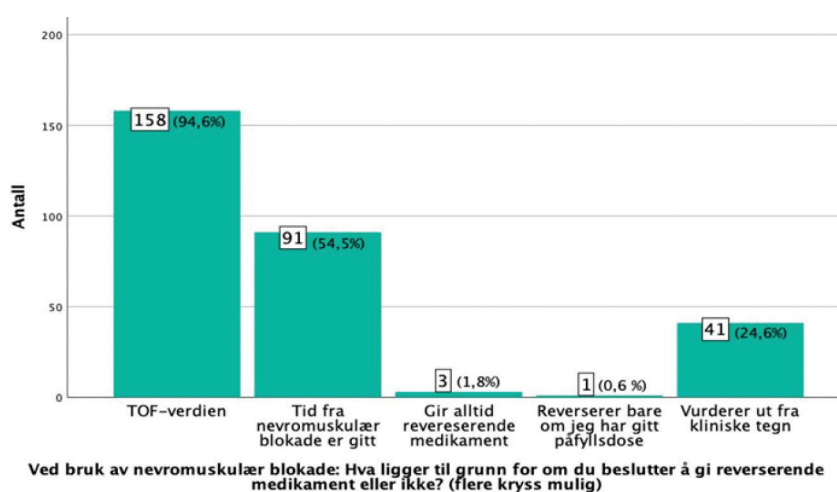


**Figur 2** Bruk av objektiv TOF-monitorering

Kji-kvadrattesten viste ingen statistisk signifikant forskjell i om deltakerne alltid benyttet objektiv TOF-monitorering mellom de som har jobbet kort tid i yrket (1–5 år), og de som har jobbet lenge, > 6 år (0,35,  $p = 0,55$ ). Imidlertid viste analysen en statistisk signifikant forskjell i bruk av TOF-monitorering i favør av anestesisykepleiere (10,96,  $p < 0,001$ ).

På spørsmål om det foreligger en retningslinje for monitorering og reversering av nevro-muskulær blokkade ved den enkeltes sykehus, svarte 72,5 prosent «Ja» og 3,6 prosent «Nei». 24 prosent svarte at de ikke visste.

På spørsmål om hva som er grunnen til å gi reverserende medikamenter, oppga 94,6 prosent «TOF-verdien», 54,5 prosent oppga «Tid fra nevro-muskulær blokkade er gitt», i underkant av 2 prosent svarte at de alltid ga reverserende medikament, mens 24,6 prosent svarte at de vurderer ut fra kliniske tegn (se figur 3). På dette spørsmålet hadde respondentene mulighet til å velge flere svaralternativ.



**Figur 3** Vurdering av behov for administrasjon av reverserende medikament

På spørsmål om hvor mange utslag på TOF den enkelte vurderer som et minimum før de velger å administrere glykoperron-neostigmin, svarte 31 prosent 1 og 2 utslag, og 68,3 prosent svarte 3 og 4 utslag (tabell 2).

På vurderingene av dosering av glykoperron-neostigmin svarte 13,8 prosent at de vurderer dosen ut fra TOF-verdien, 1,2 prosent svarte at de vurderer ut fra tiden fra siste dose muskelrelakserende medikament ble gitt, 43,1 prosent svarte at de regner ut fra pasientens vekt, og 41,9 prosent svarte at de gir én ampulle (1 ml) til voksne. Ved bruk av vekuronium og rokuronium svarte 72,5 prosent at de velger å gi sugammadex ved mindre enn 2 utslag på TOF, 3,6 prosent svarte at de gir sugammadex alltid etter vecuronium og rokuronium, og 15,6 prosent svarte at det gir sugammadex ved utilstrekkelig effekt av adekvat dose glykoperron-neostigmin. 2,4 prosent svarte at de alltid bruker glykoperron-neostigmin, og 6 prosent svarer at dette er tilfeldig.

**Tabell 2** Anestesipersonells vurderinger rundt administrering av nevro-muskulær blokade

<b>Hvor mange utslag på TOF vurderer du som et minimum før du administrerer glykoperron-neostigmin? n (%)</b>	
<b>Variabel</b>	<b>Antall (%)</b>
1 utslag	3 (1,8)
2 utslag	50 (29,9)
3 utslag	11 (6,6)
TOF-ratio skal være målbar (4 utslag)	103 (61,7)
<b>Ved bruk av glykoperron-neostigmin, hvordan vurderer du hvor stor dose du skal gi? n (%)</b>	
<b>Variabel</b>	<b>Antall (%)</b>
Vurderer ut fra TOF-verdien	23 (13,8)
Tiden fra siste dose muskelrelakserende medikament ble gitt	2 (1,2)
Regner ut fra pasientens vekt	72 (43,1)
Gir én ampulle (1 ml) til voksne	70 (41,9)
<b>Ved bruk av vekuronium og rokuronium, når velger du å gi sugammadex? n (%)</b>	
<b>Variabel</b>	<b>Antall (%)</b>
Ved mindre enn 2 utslag på TOF	121 (72,5)
Alltid etter vekuronium og rokuronium	6 (3,6)
Ved utilstrekkelig effekt av adekvat dose glykoperron-neostigmin	26 (15,6)
Bruker alltid glykoperron-neostigmin	4 (2,4)
Tilfeldig	10 (6)
TOF = Train-of-Four n = antall	

## Diskusjon

Respondentene i denne studien underestimerte forekomsten av postoperativ restcurarisering, da kun 6,6 prosent oppga den reelle forekomsten. Selv om nesten alle i studien oppga at TOF-monitorering ville minske tilfellene av postoperativ restcurarisering var det bare 29,3 prosent som alltid benyttet objektiv TOF-monitorering. Det kan tyde på at deltakerne brukte kliniske tegn for å vurdere nevro-muskulær funksjon. Det er derfor en



risiko for at restcurarisering har forekommet uten at dette er blitt oppdaget, da kliniske tegn er lite pålitelige (1,2,3). En dansk studie viste at 12 prosent av anestesipersonellet visste om den reelle forekomsten (19). En lett til moderat grad av nevromuskulær blokkade har klinisk betydning og kan medføre postoperative lungekomplikasjoner (4). Med tanke på kunnskapen som foreligger om konsekvenser av restcurarisering, er dette viktig å sette søkelys på. Dette understøttes av Brull og Kopman (10), som i sin oversiktsartikkel påpeker at postoperativ restcurarisering fortsatt er et problem som truer pasientsikkerheten.

Resultatet fra studien viser at 76 prosent av anestesipersonellet mener TOF-ratio bør være > 90 prosent før endotrakeal ekstubasjon. Dette samsvarer med anbefalinger for å utelukke klinisk relevant restcurarisering (2,10,19). Likevel viser det seg at om lag en av fire respondenter i studien oppgir at en lavere TOF-ratio er adekvat, eller at TOF-monitorering som regel ikke er nødvendig. Det å vurdere nevromuskulær funksjon basert på kliniske tegn er vist å være upålitelig, og tidligere studier har klare anbefalinger om å ikke basere vurderingen på kliniske tegn alene (1,2,20). Til tross for disse anbefalingene oppga 21,6 prosent av respondentene i denne studien at kliniske tegn er pålitelige indikatorer for å vurdere nevromuskulær funksjon.

Våre funn viste at kun 29,3 prosent av respondentene oppga at de «alltid» benyttet objektiv TOF-monitorering, på tross av at 96,4 prosent mente at rutinemessig bruk av objektiv TOF-monitorering kunne minske tilfellene av postoperativ restcurarisering, og 76 prosent av respondentene oppga at de mente at kliniske tegn var upålitelige. Samtidig foreligger det klare anbefalinger om at objektiv monitorering alltid bør benyttes ved bruk av muskelrelakserende medikamenter (1,8,20). I internasjonale studier er det store variasjoner i hvor ofte anestesipersonellet oppgir å rutinemessig bruke objektiv TOF-monitorering, med en variasjon fra 1,3 til 58 prosent (14,16,18–20). Funnt i denne studien viser at flere av respondentene oppgir å ikke regelmessig bruke objektiv vurdering av gjenvunnet nevromuskulær funksjon. Ulike faktorer kan kanskje forklare dette. Anestesifaget har tradisjonelt vært et autonomt fag, der personellet har stolt på sine vurderinger basert på egne kliniske observasjoner og erfaring. En annen forklaring kan muligens være manglende tilgang på medisinsk teknisk utstyr til å monitorere TOF, eller manglende opplæring i bruken. Manglende tilgang på utstyr er vist å være en medvirkende årsak til at objektiv monitorering ikke blir benyttet (14,18,20). Ifølge revisjon 2022 i «Norsk standard for anestesi» skal nevromuskulær overvåking benyttes ved bruk av muskelrelaksantia (23). Det er viktig at denne presiseringen blir gjort kjent og innført i klinikken, da dette trolig endre praksis i Norge.

Vi fant ingen signifikant forskjell mellom bruken av objektiv TOF-monitorering og antall års erfaring som anestesipersonell. Dette er i kontrast til studien til Söderström et al. (19), som viste at anestesipersonell med mindre erfaring (< 5 år) oftere benytter seg av TOF-monitorering. At anestesipersonell med liten klinisk erfaring benytter TOF-monitorering regelmessig er ikke uventet, både fordi de har tilegnet seg ny kunnskap, og dessuten fordi de bruker hjelpemiddel for å styrke sine kliniske vurderinger.

Som motsetning fant Krangnes et al. (22) at personell med liten erfaring ikke benyttet objektive vurderinger.

Respondentene i studien ble spurt om de stoler på TOF-verdien de får ved nevro-muskulær monitorering, og 92,2 prosent svarte at de «som oftest» stoler på verdien, mens 2,4 prosent svarte at de «alltid» stoler på verdien. I studien til Söderström et al. (19) ble varierende og upålitelige TOF-verdier oppgitt som årsak for å ikke benytte nevro-muskulær monitorering. Det er flere faktorer som kan resultere i målefeil, som for eksempel nedkjøling av målestedet, feil elektrodeplassering eller at pasienten er leiret slik at tommelen ikke får bevege seg fritt (8). Med tanke på mulige feilkilder kan det være fornuftig at anestesipersonellet ikke stoler blindt på TOF-verdien, men gjør en helhetlig vurdering av både TOF og kliniske tegn i den enkelte situasjonen. Samtidig må det kunne argumenteres for at objektiv nevro-muskulær monitorering benyttes rutinemessig hos pasienter som har fått muskelrelakserende medikament.

Det kreves også gode vurderinger og korrekt administrering av reverserende medikamenter (4). Resultatet fra studien viser at nesten alle respondentene oppgir å bruke TOF-verdien som vurderingsmetode for å gi reverserende medikament. Dette tyder på god etterlevelse av anbefalingene (2,10). I tillegg til TOF-verdi vurderte 54,5 prosent tiden fra den nevro-muskulære blokaden ble gitt, og 24,6 prosent vurderte kliniske tegn som indikator for reverserende medikamenter. Siden det er store individuelle forskjeller i nedbrytningstid for muskelrelakserende medikamenter, er tid og kliniske tegn et upålitelig mål for å vurdere nevro-muskulær funksjon (4). I en kvalitativ studie oppga amerikanske anestesileger at de i hovedsak benyttet visuell eller taktile vurdering og kliniske tester for å vurdere behov for medikamentell reversering (24) mens en blant dansk anestesipersonell har funnet at de benytter objektiv TOF-monitorering for valg av reverserende medikament og dosering (19).

For å få en trygg og sikker reversering er TOF-verdien og doseringen av glykoperron-neostigmin sentralt. Forskning viser til at feil administrasjon og dosering kan gi uønskede virkninger som ufullstendig reversering eller paradoksal muskelsvakhhet (10,25) Resultatet fra vår studie viser at bare 13,8 prosent av anestesipersonellet oppgir at de benytter TOF-verdien for å vurdere doseringen av glykoperron-neostigmin. Dette er til tross for forskning som anbefaler at dosering av det reverserende medikamentet bør basere seg på objektiv TOF-monitorering (2,10). I denne studien oppga 43,1 prosent at de regner ut dosen basert på pasientens vekt. Det anbefales å gi en mindre dose per kilo dersom det ved bruk av objektiv monitorering viser seg at pasienten kun har en lett grad av nevro-muskulær blokade. Det å gi en full dose i et slikt tilfelle kan medføre paradoksal muskelsvakhhet (10). Mange respondenter (41,9 %) svarte at de velger å gi én ampulle (1 ml) glykoperron-neostigmin ved reversering. I tillegg viser våre funn at ca. 70 prosent av respondentene vurderte valg av medikament ut fra TOF-måling. 12 prosent svarte at de alltid ga enten sugammadex eller glykoperron-neostigmin, eller at valget av medikament var tilfeldig. Dette kan tyde på en usikkerhet hos anestesipersonellet om dosering og valg av reverserende medikament.

### Styrker og svakheter ved studien

En usikkerhet ved studien er at i mangel på et egnet skjema, ble det benyttet et ikke-validert spørreskjema. Imidlertid var det en grundig prosess i utarbeidelsen av spørreskjemaet, med involvering av forskere og fagpersoner. I tillegg ble spørreskjemaet pilotert, og endringer ble utført etter tilbakemeldinger. Spørreskjemaets face-validitet spørreskjemaet ble ivarettatt ved å ha prosjektets problemstilling som utgangspunkt når spørsmålene ble formulert. For å ivareta innholdsvaliditeten ble spørreskjemaet fortløpende vurdert av anestesipersonell med både klinisk kompetanse og forskningskompetanse. Ettersom datasamlingen var nettbasert, var det med på å utelukke målefeil som kan oppstå ved manuell registrering.

Svarprosent og utvalgets representativitet er faktorer som påvirker muligheten til å generalisere resultatene. Svarprosenten i denne spørreundersøkelsen var 33 prosent, noe som utfordrer muligheten for å generalisere.

### Konklusjon

Anestesipersonell fulgte ikke alltid anbefalingen om å benytte nevro-muskulær overvåkning ved bruk av nevro-muskulær blokad. Underestimerting av hvor hyppig postoperativ restcurarisering forekommer synes som en vedvarende problemstilling, på tross av at anestesipersonell har vist god kunnskap rundt vurdering av nevro-muskulær funksjon. Anestesipersonell oppgir at monitorering av nevro-muskulær funksjon kan forebygge postoperativ restcurarisering, men allikevel synes det som om dette verktøyet ikke er tilstrekkelig implementert som rutine i klinisk praksis. Vurderinger rundt valg av reverserende medikament og dosering virker å basere seg mer på innarbeidet rutine hos det enkelte anestesipersonell, fremfor objektive mål som TOF-ratio eller TOF-målinger.

### Implikasjoner for praksis og videre forskning

For å sikre bedre etterlevelse av anbefalt praksis er det avgjørende at anestesipersonell får tilstrekkelig opplæring og opprettholder sin kompetanse for å sikre god vurdering og korrekt bruk av nevro-muskulær monitorering og reverserende medikamenter. Det har også vært et behov for å tydeliggjøre bruken av objektiv monitorering i henhold til anbefalingene. Presiseringen i «Norsk standard for anestesi», at nevro-muskulær monitorering skal brukes når pasienten får muskelrelaksantia, er viktig og vil trolig endre praksis i Norge.

Denne studien kartlegger kvantitative data ved tre sykehus i samme region. Det vil være interessant å gjennomføre en tilsvarende kartleggingsundersøkelse på landsbasis. I tillegg vil kvalitative studier kunne gi mer utfyllende bilde av hva som ligger til grunn for den enkeltes vurderinger. Dette vil kunne utdype hva som ligger til grunn for at noen anestesipersonell velger å ikke benytte objektiv vurdering på tross av klare anbefalinger.

## Referanser

1. Naguib M, Brull SJ, Johnson KB. Conceptual and technical insights into the basis of neuromuscular monitoring. *Anaesthesia*. 2017;72(51):16–37. <https://doi.org/10.1111/anae.13738>
2. Renew JR, Naguib M, Brull S. Clinical use of neuromuscular blocking agents in anesthesia. UpToDate. Waltham: UpToDate; 2022. <https://www.uptodate.com/contents/clinical-use-of-neuromuscular-blocking-agents-in-anesthesia>
3. Hristovska AM, Duch P, Allingstrup M, Afshari A. The comparative efficacy and safety of sugammadex and neostigmine in reversing neuromuscular blockade in adults. A Cochrane systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *Anaesthesia*. 2018;73(5):631–41. <https://doi.org/10.1111/anae.14160>
4. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Morgan and Mikhail's clinical anesthesiology. New York: McGraw-Hill Education; 2018.
5. Naguib M, Kopman AF. Neostigmine-induced weakness: what are the facts? *Anaesthesia*. 2018;73(9):1055–57. <https://doi.org/10.1111/anae.14322>
6. Thomsen J, Staehr-Rye A, Mathiesen O, Hågi-Pedersen D, Gätke M. A retrospective observational study of neuromuscular monitoring practice in 30,430 cases from six Danish hospitals. *Anaesthesia*. 2020;75(9):1164–72. <https://doi.org/10.1111/anae.15083>
7. Klein A, Meek T, Allcock E, Cook T, Mincher N, Morris C, et al. Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2021: Guideline from the Association of Anaesthetists. *Anaesthesia*. 2021;76(9):1212–23. <https://doi.org/10.1111/anae.15501>
8. Renew JR. Monitoring neuromuscular blockade. I: Crowley M, red. Waltham: UpToDate; 2019.
9. Renew R, Ratzlaff R, Hernandez-Torres V, Brull SJ, Prielipp RC. Neuromuscular blockade management in the critically ill patient. *J Intens Care*. 2020;8:1–15. <https://doi.org/10.1186/s40560-020-00455-2>
10. Brull SJ, Kopman AF. Current status of neuromuscular reversal and monitoring: challenges and opportunities. *Anesthesiology*. 2017;126(1):173–90. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001409>
11. Yu Y, Wang H, Bao Q, Zhang T, Chen B, Ding J. Sugammadex versus neostigmine for neuromuscular block reversal and postoperative pulmonary complications in patients undergoing resection of lung cancer. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2022. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2022.03.033>
12. Wang JF, Zhao ZZ, Jiang ZY, Liu HX, Deng XM. Influence of sugammadex versus neostigmine for neuromuscular block reversal on the incidence of postoperative pulmonary complications: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Perioper Med*. 2021;10(1):1–11. <https://doi.org/10.1186/s13741-021-00203-6>
13. Fortier LP, McKeen D, Turner K, de Médicis É, Warriner B, Jones PM, et al. The RECITE study: a Canadian prospective, multicenter study of the incidence and severity of residual neuromuscular blockade. *Anesth Analg*. 2015;121(2):366–72. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000757>
14. Lin XF, Yong CYK, Mok MUS, Ruban P, Wong P. Survey of neuromuscular monitoring and assessment of postoperative residual neuromuscular block in a postoperative anaesthetic care unit. *Singapore Med J*. 2020;61(11):591. <https://doi.org/10.11622/smedj.2019118>
15. Saager L, Maiese EM, Bash LD, Meyer TA, Minkowitz H, Groudine S, et al. Incidence, risk factors, and consequences of residual neuromuscular block in the United States: the prospective, observational, multicenter RECITE-US study. *J Clin Anesth*. 2019;55:33–41. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2018.12.042>
16. Naguib M, Kopman AF, Lien CA, Hunter JM, Lopez A, Brull SJ. A survey of current management of neuromuscular block in the United States and Europe. *Anesth Analg*. 2010;111(1):110–19. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181c07428>

17. Phillips S, Slewari P, Bilgin A. A survey of the management of neuromuscular blockade monitoring in Australia and New Zealand. *Anaesth Intensive Care*. 2013;41(3):374–79. <https://doi.org/10.1177/0310057X1304100316>
18. Pongrácz A, Nemes R, Breazu C, Asztalos L, Mitre I, Tassonyi E, et al. International survey of neuromuscular monitoring in two European countries: a questionnaire study among Hungarian and Romanian anaesthesiologists. *Rom J Anaesth Intensive Care*. 2019;26(1):45. <https://doi.org/10.2478/rjaic-2019-0007>
19. Söderström C, Eskildsen K, Gätke M, Staehr-Rye A. Objective neuromuscular monitoring of neuromuscular blockade in Denmark: an online-based survey of current practice. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2017;61(6):619–26. <https://doi.org/10.1111/aas.12907>
20. Naguib M, Brull SJ, Kopman AF, Hunter JM, Fülesdi B, Arkes HR, et al. Consensus statement on perioperative use of neuromuscular monitoring. *Anesth Analg*. 2018;127(1):71–80. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000002670>
21. Polit DF, Beck CT. *Nursing research: Generating and assessing evidence for nursing practice*: Philadelphia: Wolters Kluwer; 2017.
22. Krangnes GG, Martinsen H, Leonardsen AC. Reversering av muskelrelaxerende medikament. *Inspira*. 2015(2).
23. Norsk anesthesiologisk forening. Revisjon av Standard for anestesi. 2022. Tilgjengelig fra: <https://www.nafweb.no/nyheter/revisjon-av-standard-for-anestesi/>
24. Thomsen JL, Marty AP, Wakatsuki S, Macario A, Tanaka P, Gätke MR, et al. Barriers and aids to routine neuromuscular monitoring and consistent reversal practice—a qualitative study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2020;64(8):1089–99. <https://doi.org/10.1111/aas.13606>
25. Tajaate N, Schreiber JU, Fuchs-Buder T, Jeltng Y, Kranke P. Neostigmine-based reversal of intermediate acting neuromuscular blocking agents to prevent postoperative residual paralysis. *Eur J Anaesthesiol*. 2018;35(3):184–92. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000741>