

Fysisk og mental belastning hos kirurgen under minimalt invasiv kirurgi

Klinisk assistent Helga Richert Munch-Petersen & professor Jacob Rosenberg

Gentofte Hospital, Kirurgisk Gastroenterologisk Afdeling D

Resume

Minimalt invasiv kirurgi (MIK) er i teorien mere fysisk og mentalt krævende end konventionel åben kirurgi. Dette hænger sammen med MIK's indbyggede begrænsninger. Dokumentationen for implementering af højteknologiske operationsstuer og designudvikling af instrumenter mhp. at forbedre ergonomien i kirurgens arbejde er sparsom på området, ligesom det i bredere forstand er udokumenteret, om der foreligger et egentligt problem. Der er behov for klinisk forskning med etablering af en metodologisk model, der afdækker ergonomiske problemstillinger ved MIK.

Minimalt invasiv kirurgi (MIK) har operativt revolutioneret udviklingen af det abdominalkirurgiske speciale. MIK har medført et skift i opfattelsen af, hvad det kræver af kirurgen at operere, og hvad det vil sige at operere. Laparoskopiske procedurer er mere tidskrævende i oplærings- og implementeringsfasen end den traditionelle åbne metode og adskiller sig fra den i motorisk og kognitiv, perceptuel henseende [1].

MIK har indbyggede ergonomiske begrænsninger, der er relaterede til den minimalt invasive metode. Manipulationen af væv og organer sker via små incisioner i abdominalvæggen. Kirurgens bevægelser foregår med omdrejningspunkter begrænset af trokarer og lange instrumenter, hvis kraftmomenter og bevægelsesmønstre ligeledes adskiller sig fra den åbne kirurgis. Hertil kommer en omsætning af et kamera-transmitteret billede af tredimensionelle strukturer til en to-dimensionel afbildning på en skærm [2-4].

I litteraturen er der enighed om, at MIK øger kirurgens belastning sammenlignet med åben kirurgi [5]. Der er rapporteret om tilfælde med neuropraksi efter operationer på under to timer som følge af instrumenttryk, udmattelse, irritabilitet og nedsat dømmekraft, smerter og paræstesier i skulder, hånd og håndled samt påvirkning af bevægeapparatet som følge af muskeltræthed og postural belastning [5, 6].

Forskningsindsatsen har primært været rettet mod beskrivelser af, hvorledes kirurgen er anderledes belastet under MIK end ved åben kirurgi i rapporterede enkelttilfælde, eksperimentelle opstillinger i black box eller på små materialer [4, 5, 7].

På flere hospitaler i Danmark har man bygget højteknologiske operationsstuer, der honorerer standardergonomiske krav, og hvor der økonomiseres med alt fra kirurgens be-

vælgelser til operationsstuedesign for at øge patientsikkerheden, optimere udskiftningstiden og reducere kirurgens belastning vha. avanceret operationsudstyr og kommunikationsmuligheder via moderne soft- og hardware.

Der foreligger ingen større kliniske studier, der belyser den fysiske og mentale belastning af kirurgen og dennes assistent under MIK. Det er videnskabeligt uafklaret, om de specialkonstruerede operationsstueløsninger, der udbydes til MIK, udgør en reel ergonomisk forbedring.

I denne artikel gennemgås den eksisterende litteratur på området med fokus på fysisk og mental belastning af kirurgen under MIK.

Metoder

Litteratursøgning er foretaget i PubMed. Kun engelsksprogede artikler fra 1992 til januar 2006 er medtaget. Søgeord: *laparoscopy* i kombination med *ergonomics*, *operating rooms*, *stress*, *fatigue* og *workload*. Der er endvidere inkluderet artikler ved gennemgang af de medtagne artiklers referencelister. Der foreligger ingen Cochrane-reviews.

Minimalt invasiv kirurgi og ergonomi

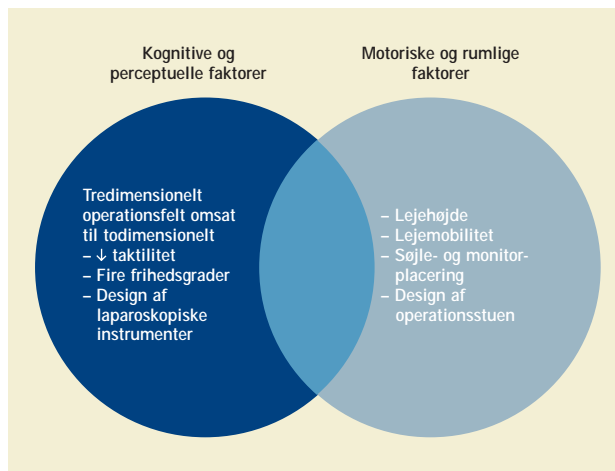
Ergonomi er den disciplin, der beskriver, hvordan omgivelserne og teknologien kan tilpasses de menneskelige faktorer i et givet miljø. Ergonomiens rolle i MIK er at integrere arbejdsmedicin, teknologi- og designudvikling, tele- og robotmedicin med kirurgi.

I teorien øger MIK både mentalt og fysisk kirurgens stress og belastning. Der differentieres mellem de to begreber, idet stress er alle de faktorer, der kan påvirke individet, mens belastning er de fysiske og psykiske effekter af stress på et individ [8].

De teoretiske årsager bag udvikling af fysisk og mental belastning under MIK er (**Figur 1**): De kognitive, perceptuelle faktorer, der har relation til den anderledes adgang til anatomien, herunder ingen direkte visuel adgang med manglende taktilitet og et reduceret antal frihedsgrader. Dette aspekt er betinget af anvendelsen af laparoskopiske instrumenter, trokarer og skærme [1, 9]. De motoriske, rumlige faktorer er relateret til lejhøjde og -mobilitet, position af laparoskopiske søjler og udformningen af operationsstuen [1].

Litteraturen på området afdækker dels den ergonomiske udvikling af operationsinventar og -instrumenter, dels rapporterede oplevelser af forringet arbejdsmiljø, herunder symptomer på belastning hos kirurgen, samt fysiologiske målinger af fysisk og mental belastning i forbindelse med MIK.

VIDENSKAB OG PRAKSIS | OVERSIGTSARTIKEL



Figur 1. Ergonomiske faktorer, der begrænser og definerer minimalt invasiv kirurgi.

Instrumentering

Instrumenthåndteringen kræver 2,5 gange så mange applicerede kræfter som håndteringen af tilsvarende åbne instrumenter. Dertil kommer et reduceret antal frihedsgrader til fire (x-, y-, z-koordinater og rotation) [1] sammenlignet med 36 frihedsgrader i åben kirurgi [5] og en spejlvendt bevægelse af den instrumentførende hånd og spidsen af instrumentet/kameraet, fulkrumeffekten [1-3, 10].

Der eksisterer en række forskellige håndtag på markedet, hvoraf de hyppigst anvendte er det aksiale, *in-line*-håndtag og pistolgrebshåndtaget (Figur 2). Der er ikke klare rekommandationer for hvilke, der er bedst mht. brugertilfredshed og reduktion af fysiske parametre som ekstrem fleksion-ekstension og ulnar-radial deviation samt muskelaktivitet [11, 12]. Statiske åbne-lukke-kontraktioner kræver mere muskelaktivitet end instrumenter fra åben kirurgi, omvendt er der ikke påvist en markant forskel i udførelse af forskellige opgaver med de to typer instrumenter [10, 13]. Aktiviteten varierer dog meget i de enkelte muskler i underarmen ved håndtering af forskellige typer af håndtag under både statiske og dynamiske kontraktioner [10, 13-16]. Konklusionen er, at muskelbelastningen er uspecifik for opgaven og afhænger af håndtagets udformning, og at der endnu ikke er retningslinjer for en ideel type [16].

Billedgengivelse

Billedgengivelsen af operationsfeltet er relateret til koblingen mellem det visuelle-perceptive og det visuelle-motoriske. Under omsætningen af tredimensionelle billeder til todimensionelle billeder på operationsstuens skærm er dennes kvalitet afgørende, hvad angår forstærkning af dybdeperceptionen, uden at kvaliteten forringes mht. opløsning, lysstyrke og farvekvalitet. Andre faktorer som kontrast, skyggemønstre, lineært perspektiv og interposition af organer er afgørende for

fortolkningen af det transmitterede todimensionelle billede [17].

Ved forringet billedkvalitet er der øget risiko for fejl under operationen, hvilket er uacceptabelt i patientsikkerhedssammenhæng, og det er problematisk set fra et ergonomisk perspektiv, at kirurgen mentalt må kompensere for disse ikke-optimale teknologiske forhold.

En randomiseret undersøgelse [18], der sammenlignede todimensionelle og tredimensionelle videoendoskopiske systemer med tid og fejlrate som primære effektparametre, viste ingen fordel for det tredimensionelle system ved MIK.

Hvad angår skærmposition i relation til performance og subjektiv komfort for operatøren, bør den visuelle og motoriske akse kunne sammenkobles på det niveau, hvor hænderne arbejder [19-21].

I de nyeste operationsstueløsninger har man erstattet de traditionelle søjler med flere mobile, loftmonterede trykfølsomme fladskærme, der kan placeres og tiltes optimalt, uden at operatøren behøver at udføre posturalt svaj og drejning af nakken (Figur 3).

Epidemiologiske data

Der foreligger ingen solid dansk eller international dokumentation for, om kirurger, der ofte opererer laparoskopisk, har



Figur 2. Øverst ses instrument med pistolgrebshåndtag, nederst ses instrument med aksialt *in-line*-håndtag.



Figur 3. Højteknologisk operationsstueløsning, OR1 (Karl Storz – Endoskopi Danmark A/S), med loftmonterede trykfølsomme og mobile skærme.

VIDENSKAB OG PRAKSIS | OVERSIGTSARTIKEL

flere skulder- og øvre ekstremitetsgener og -lidelser end baggrundsbefolkningen, andre læger og abdominalkirurger, der fortrinsvis opererer åbent.

The Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons (SAGES) etablerede i 1996 en *task force*, hvis opgave var at undersøge de ergonomiske forhold på operationsstuen [2]. I en spørgeskemaundersøgelse, der inkluderede 149 kirurger, svarede 8-12%, at de oplevede hyppige smerter i nakke og overekstremiteter efter MIK [6]. I en DIKE-undersøgelse fra 1995 var etårssprævalensen for skuldergener i den voksne danske population 24% [22], hvorfor man ikke kan udlede noget fra SAGES tal sammenlignet med danske forhold.

I en anden spørgeskemaundersøgelse med 726 deltagere angav 36% af alle kirurger (87% af alle kvindelige og 22% af alle mandlige kirurger), at de havde et signifikant besvær med at håndtere laparoskopiske instrumenter, og at dette var relateret til handskestørrelse < 6,5 [23]. Svarprocenten var dog kun 6,3 af for i alt 11.000 uddelte spørgeskemaer, hvorfor undersøgelsen næppe er repræsentativ.

Evaluering af fysisk og mental belastning

Den fysiske belastning under MIK er beskrevet i litteraturen. Evidensniveauet er lavt; der er generelt tale om mindre studier

med få deltagere under ikkekliniske forhold i et ikke-randomiseret design.

Fysisk belastning

Fysisk belastning kommer til udtryk som muskulær udtrætning, hvilket i teorien hænger sammen med det repetitive statiske arbejde i fastlåste stillinger af primært skuldre, nakke-ryg og øjenmuskulatur sat i relation til kirurgens position i forhold til patient, leje, skærm og assistent [1, 6, 24].

Metodologisk er der anvendt bevægelsesanalyser; videooptagelser og infrarøde tredimensionelle systemer med retroflekterende markører med henblik på at objektivisere ledudslag, ledaccelerationer og postural belastning samt elektromyografi (EMG)-baserede studier for at bestemme muskeltræthed [10, 13, 15, 24-33].

I et studie har man vha. videooptagelser evalueret kirurgers aksiale skelet- og overekstremitetsbevægelser under åben kirurgi i forhold til ved MIK. Studiet konkluderede, at MIK medfører en øget statisk belastning på det aksiale skelet og hyppigere end åben kirurgi medfører ekstreme bevægelser af overekstremiteten i form af øget indadrotation af skulderen, øget albueflexion og supination af vristen kombineret med ulnar og radial deviation [34]. Resultaterne blev ikke indhen-

Tabel 1. Elektromyografi anvendt i simulerede laparoskopiske opstillinger.

Studium	Forsøgsdesign	Opstilling	n	Metode	Muskelgrupper
Uhrich ML et al [25]	Prospektivt	Eksperimentel	8	EMG-tærskelværdier, statisk, gennemsnit, <i>peak</i> (%MVC) ^a	TPD, SCM, TPH, D, LES, HM
Uchal M et al [13]	Kontrolleret randomiseret undersøgelse	Eksperimentel	46	EMG (%MVC) <i>In-line</i> - vs. pistolgrebshåndtag	FDS, FCU, FDP, ECU, EDC, TC
Berquer R et al [33]	Prospektivt	Eksperimentel	21	Gennemsnits- og <i>peak</i> -EMG (%MVC) Simuleret åben vs. MIK	FDS, D, TC
Berquer R et al [14]	Prospektivt	Eksperimentel	3	EMG (%MVC) Simuleret åben vs. MIK	FDS, EDC, D, TPD (laterale del)
Quick NE et al [15]	Prospektivt	Eksperimentel	4	EMG (μ V) ^b . Bestemmelse af relativ aktiveringstid	EDC, FCU, D, T, BB, PT
Berquer R et al [32]	Prospektivt	Eksperimentel	8	EMG (mV) ^b Grasping i forskellige vinkler	FDS, D, TC
Berquer R et al [10]	Prospektivt	Eksperimentel	9	<i>Peak</i> -EMG (%MVC) Simuleret åben vs. MIK <i>In-line</i> - vs. pistolgrebshåndtag	FCU, FCP, ECU, EDP, TC
Emam TA et al [29]	Prospektivt	Eksperimentel	10	Telemetrisk EMG (μ V) Infrarød bevægelsesanalyse Tre typer af håndtag	FDC, EDC, D, armekstensorer og -fleksorer
Emam TA et al [30]	Prospektivt	Eksperimentel	10	Telemetrisk EMG (μ V) Infrarød bevægelsesanalyse	FDC, EDC, D, armekstensorer og -fleksorer
Matern U et al [16]	Prospektivt	Eksperimentel	10	EMG (%MVC) Sammenligning af fem typer laparoskopiske håndtag	FCU, FCR, FDS, EDC, TC

BB: musculus biceps brachii, D: musculus deltoideus, ECU: musculus extensor carpi ulnaris, EDC: musculus extensor digitorum communis, EMG: elektromyografi, FCU: musculus flexor carpi ulnaris, FCR: musculus flexor carpi radialis, FDC: musculus flexor digitorum communis, FDS: musculus flexor digitorum superficialis, FDP: musculus flexor digitorum profundus, HM: hasemusculatur, LES: musculus erector spinae pars lumbalis, MIK: minimalt invasiv kirurgi, SCM: musculus sternocleidomastoideus, T: musculus trapezius, TC: thenarkompartment, TPD: musculus trapezius pars descendens, TPH: musculus trapezius pars horizontalis, PT: musculus pronator teres.

a) %MVC, maksimal voluntær kontraktion. EMG-værdi udtrykt som en procentdel af den under maksimal kontraktion målte værdi.

b) mikrovolt og millivolt.

VIDENSKAB OG PRAKSIS | OVERSIGTSARTIKEL

tet ved objektive målemetoder, som inklinometri eller tredimensionelle markører, men ved simpel optælling af ekstreme bevægelser, som blev observeret efter prædefinerede kriterier. Der var stor forskel på typen af operationer inden for og mellem grupperne åben kirurgi og MIK, hvorfor de ikke umiddelbart kan sammenlignes.

Bevægelsesanalyser, der under laparoskopisk kolecystektomi (LC) genkender de tredimensionelle koordinater vha. infrarøde lysmarkører påklæbet kirurgens sterile påklædning over leddene, har vist, at antallet af ekstreme bevægelser over led er højt, især omkring håndledet [35]. Studiet var et metodestudium, hvor man udførte posturale målinger som et alternativ til f.eks. goniometri, der er svært applicerbart under de sterile handsker. Studiets fordel er, at det blev udført klinisk under LC, ulempen er, at der er et stort datatab på 33%, når markørerne ikke detekteres. Belastning over håndledet taler for yderligere undersøgelser med EMG for at måle, om der ved denne metode ses en øget belastning af underarmens ekstenorer og fleksorer under LC.

Digitale optagelser af 20 standard-LC'er har vist, at den statiske periode under LC udgør 45% af totaltiden og den dynamiske 55%, og hvis man underinddeler operationen i trin, findes de dynamiske faser under insufflation af luft, trokarplacering, fjernelse af galdeblæren og sårlukning, hvorimod de statiske og mest krævende findes under identifikation af anatomi, dissektion, klipspåsettelse, koagulation og sugning. I sidstnævnte deltrin udgør den statiske andel ca. 75% af tiden [24].

De EMG-baserede studier er overvejende udført i ikke-kliniske omgivelser, hvor kirurgen udfører simulerede laparoskopiske opgaver (Tabel 1).

I et prospektivt studium (n = 8) påviste man efter repetitive opgaver overskridelser af standard *peak*-percentiler for statisk arbejde i musculus trapezius og deltoideus [25]. De øvrige studier har påvist større muskelaktivitet målt med EMG ved håndteringen af laparoskopiske instrumenter end med instrumenter anvendt i et åbent design. Udslaget på EMG'et afhæng primært af det laparoskopiske instruments ergonomiske udformning, hvorfor det var svært at sammenligne med den åbne tilgang.

Et generelt kritikpunkt er, at der ikke eksisterer en standardprotokol for udførelse af EMG-baserede studier, og at det er uafklaret, hvilke muskelgrupper som belastes mest og bør undersøges.

Mental belastning

Inden for kirurgi er der kun få studier, der forsøger at objektivisere den mentale belastning [8, 36].

Böhm *et al* målte hjertefrekvensvariabilitet som et udtryk for mental belastning hos kirurg og assistent i et prospektivt randomiseret studie med ti laparoskopiske sigmoideumresektioner og ti åbne [8]. Man undersøgte højfrekvenskomponenter (HF) og lavfrekvenskomponenter (LF): HF-, LF- og

Faktaboks

Minimalt invasiv kirurgi (MIK) er mere belastende for kirurgen end åben kirurgi

Der er behov for dokumentation for, hvilke instrumenter der belaster mindst

Skærme bør være mobile og kunne vippes

Der er behov for dokumentation af mental og fysisk belastning under MIK med objektiviserede effektparametre

Der er behov for dokumentation for, om højteknologiske operationsstueløsninger er en reel forbedring for kirurgens arbejdsmiljø

LF/HF-ratio. LF dominerer ved øget sympatikustonus og HF dominerer ved øget vagal tonus. Studiet påviste en øget LF/HF-ratio hos kirurgen under laparoskopisk sigmoideumresektion sammenlignet med ved åben kirurgi, hvilket tyder på et højere mentalt stressniveau [8].

Diskussion

MIK er mere anstrengende end åben kirurgi. Det er fysisk og mentalt krævende at operere laparoskopisk, hvilket hænger sammen med den i starten forlængede indlæringskurve og metodens indbyggede begrænsninger. Litteraturen på området er opstået i kølvandet på interessen for optimal indlæring og simulation herunder optimale arbejdsforhold for den opererende og assisterende kirurg. Forskningen inden for ergonomi og MIK er nået langt med hensyn til udvikling og nytænkning i design af udstyr, instrumenter, skærme og operationsstueinventar, men omvendt er det langtfra dokumenteret, at de tiltag, der er foretaget, er forbedringer, og hvis de er, hvilke yderligere tiltag der bør iværksættes.

Der er forskellige metoder til at afdække problemområder inden for ergonomi og muskelbelastning. Herunder synes Nordic Questionnaire (NQ) med selvrapporterede funktionelle statusmål designet til sunde, aktive arbejdsgrupper med milde øvre ekstremitetsgener, der er under detektionsgrænsen ved objektiv undersøgelse og kliniske test, at være validt og brugbart [37]. I Danmark har NQ været anvendt i 19 studier af forskellige faggrupper alle med en varierende distribution af etårsprævalensen for skuldersmerter eller -ubehag [38]. Det vil være relevant at foretage en afdækning af MIK-relaterede gener blandt danske kirurger, f.eks. vha. NQ, således at det kan dokumenteres, om der reelt foreligger et problem. Mindre spørgeskemaundersøgelser og anvendelse af VAS-skalaer i relation til MIK i dagligdagen er også en mulighed. Et vigtigt aspekt er at definere, hvilke metoder der kan anvendes på den opererende og assisterende kirurg på selve operationsstuen med de krav, der eksisterer for sterilitet og for korrekt etisk

VIDENSKAB OG PRAKSIS | OVERSIGTSARTIKEL

udførelse af kliniske forsøg til dokumentation af fysisk og mental belastning.

EMG har været anvendt i simulerede laboratorieomgivelser til at måle graden af statisk arbejde under MIK. Normalt bør andelen af statisk arbejde målt med EMG ikke overskride 2-5% af den maksimale voluntære kontraktion [39]. Det er relevant at måle EMG under LC som nævnt i [24] for at konstatere, om tærskelværdien for statisk arbejde overskrides i de forskellige faser under LC, og om der er tale om repetitivt *low force*-arbejde med overskridelse af etablerede grænseværdier [39], samt om der er en forskel, når der opereres på en ny højteknologisk operationsstue og på en konventionel operationsstue designet til åben kirurgi. Andre undersøgelsesmetoder f.eks. goniometri, der måler ledekskursioner over håndledet, er begrænset af selve udstyret, som påkøbes hånddryggen. Denne metode egner sig bedre til laboratorieforsøg end til kliniske forsøg. En anden mulighed er inklinometri, der er en metode til estimering af angulære og posturale ændringer over led, og som udstyrmæssigt godt kan appliceres, så længe det er over håndledsniveau. I en forsøgsopsætning på en operationsstue bør man undersøge kirurgens systemiske og autonome stressrespons, når han opererer laparoskopisk i skiftende omgivelser. Hjertefrekvensvariabilitet og cortisol i spyt er lette, noninvasive metoder, der har været anvendt tidligere til at måle stress i arbejdsmæssige sammenhænge [8, 40].

Præliminær klinisk erfaring og en række eksperimentelle undersøgelser peger på, at MIK frembyder ergonomiske problemer med større belastning end åben kirurgi. For tiden er udvikling af design af laparoskopiske instrumenter og ikke mindst af højteknologiske operationsstuer specielt til MIK sat i gang, begge dele bl.a. for at optimere ergonomien for personalet. Hidtil har disse udviklingstiltag ikke været præget af en solid forskningsindsats med kliniske effektparametre. Yderligere forskning inden for kirurgers arbejdsmiljø under MIK er derfor nødvendig for at skabe de bedste vilkår for at undgå arbejdsrelateret sygdom og fravær og for at skabe en platform for videreudvikling af udstyr, instrumenter og en optimal uddannelse af kommende kirurger.

Korrespondance: *Jacob Rosenberg*, Kirurgisk Gastroenterologisk Afdeling D, Gentofte Hospital, DK-2900 Hellerup.
E-mail: jaro@geh.regionh.dk

Antaget: 20. marts 2006
Interessekonflikter: Ingen

Litteratur

- Grimbergen CA, van Veelen MA, Jaspers JE. Ergonomic Limitations of Laparoscopic Instruments: Mechanical and Robotic Solutions. I: Ballantyne GH, Marescaux J, Giulianiotti PC, red. *Primer of Robotic & Telerobotic Surgery*, 1 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004:12-20.
- Berguer R. Surgical technology and the ergonomics of laparoscopic instruments. *Surg Endosc* 1998;12:458-62.
- Crothers IR, Gallagher AG, McClure N et al. Experienced laparoscopic surgeons are automated to the »fulcrum effect«: an ergonomic demonstration. *Endoscopy* 1999;31:365-9.
- Herron DM, Gagner M, Kenyon TL et al. The minimally invasive surgical suite enters the 21st century. *Surg Endosc* 2001;15:415-22.
- Reyes DA, Tang B, Cuschieri A. Minimal access surgery (MAS)-related surgeon morbidity syndromes. *Surg Endosc* 2006;20:1-13.
- Berguer R, Forkey DL, Smith WD. Ergonomic problems associated with laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 1999;13:466-8.
- Berci G, Phillips EH, Fujita F. The operating room of the future: what, when, and why? *Surg Endosc* 2004;18:1-5.
- Bohm B, Rotting N, Schwenk W et al. A prospective randomized trial on heart rate variability of the surgical team during laparoscopic and conventional sigmoid resection. *Arch Surg* 2001;136:305-10.
- Birkett DH. Three-dimensional video imaging systems. I: Ballantyne GH, Marescaux J, Giulianiotti PC, red. *Primer of Robotic & Telerobotic Surgery*, 1 ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2004:7-11.
- Berguer R, Gerber S, Kilpatrick G et al. An ergonomic comparison of in-line vs. pistol-grip handle configuration in a laparoscopic grasper. *Surg Endosc* 1998;12:805-8.
- Van Veelen MA, Meijer DW, Uijtewaal I et al. Improvement of the laparoscopic needle holder based on new ergonomic guidelines. *Surg Endosc* 2003;17:699-703.
- Matern U, Eichenlaub M, Waller P et al. MIS instruments. *Surg Endosc* 1999;13:756-62.
- Uchal M, Brogger J, Rukas R et al. In-line versus pistol-grip handles in a laparoscopic simulator. *Surg Endosc* 2002;16:1771-3.
- Berguer R RMBD. Laparoscopic instruments cause increased forearm fatigue: a subjective and objective comparison of open and laparoscopic techniques. *Min Invas Ther Allied Technol* 1997;6:36-40.
- Quick NE, Gillette JC, Shapiro R et al. The effect of using laparoscopic instruments on muscle activation patterns during minimally invasive surgical training procedures. *Surg Endosc* 2003;17:462-5.
- Matern U, Kuttler G, Giebmeier C et al. Ergonomic aspects of five different types of laparoscopic instrument handles under dynamic conditions with respect to specific laparoscopic tasks: an electromyographic-based study. *Surg Endosc* 2004;18:1231-41.
- Hofmeister J, Frank TG, Cuschieri A et al. Perceptual aspects of two-dimensional and stereoscopic display techniques in endoscopic surgery: review and current problems. *Semin Laparosc Surg* 2001;8:12-24.
- Hanna GB, Shimi SM, Cuschieri A. Randomised study of influence of two-dimensional versus three-dimensional imaging on performance of laparoscopic cholecystectomy. *Lancet* 1998;351:248-51.
- Brown SI, White C, Wipat K et al. Characterizing the »gold standard« image for laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 2004;18:1192-5.
- Erfanian K, Luks FI, Kurkchubasche AG et al. In-line image projection accelerates task performance in laparoscopic appendectomy. *J Pediatr Surg* 2003;38:1059-62.
- Matern U, Faist M, Kehl K et al. Monitor position in laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 2005;19:436-40.
- Brinck B, Rasmussen NK, Kjeller M et al. Muskel- og skeletsygdom i Danmark. København: DIKE, 1995.
- Berguer R, Hreljac A. The relationship between hand size and difficulty using surgical instruments: a survey of 726 laparoscopic surgeons. *Surg Endosc* 2004;18:508-12.
- Vereczkei A, Feussner H, Negele T et al. Ergonomic assessment of the static stress confronted by surgeons during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 2004;18:1118-22.
- Uhrich ML, Underwood RA, Standeven JW et al. Assessment of fatigue, monitor placement, and surgical experience during simulated laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 2002;16:635-9.
- Person JG, Hodgson AJ, Nagy AG. Automated high-frequency posture sampling for ergonomic assessment of laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 2001;15:997-1003.
- Nguyen NT, Ho HS, Smith WD et al. An ergonomic evaluation of surgeons' axial skeletal and upper extremity movements during laparoscopic and open surgery. *Am J Surg* 2001;182:720-4.
- Gillette JC, Quick NE, Adrales GL et al. Changes in postural mechanics associated with different types of minimally invasive surgical training exercises. *Surg Endosc* 2003;17:259-63.
- Emam TA, Frank TG, Hanna GB et al. Influence of handle design on the surgeon's upper limb movements, muscle recruitment, and fatigue during endoscopic suturing. *Surg Endosc* 2001;15:667-72.
- Emam TA, Hanna G, Cuschieri A. Ergonomic principles of task alignment, visual display, and direction of execution of laparoscopic bowel suturing. *Surg Endosc* 2002;16:267-71.
- Berguer R, Gerber S, Kilpatrick G et al. A comparison of forearm and thumb muscle electromyographic responses to the use of laparoscopic instruments with either a finger grasp or a palm grasp. *Ergonomics* 1999;42:1634-45.
- Berguer R, Forkey DL, Smith WD. The effect of laparoscopic instrument working angle on surgeons' upper extremity workload. *Surg Endosc* 2001;15:1027-9.

33. Berguer R, Chen J, Smith WD. A comparison of the physical effort required for laparoscopic and open surgical techniques. *Arch Surg* 2003;138:967-70.
34. Nguyen NT, Ho HS, Smith WD et al. An ergonomic evaluation of surgeons' axial skeletal and upper extremity movements during laparoscopic and open surgery. *Am J Surg* 2001;182:720-4.
35. Person JG, Hodgson AJ, Nagy AG. Automated high-frequency posture sampling for ergonomic assessment of laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 2001;15:997-1003.
36. Carswell CM, Clarke D, Seales WB. Assessing mental workload during laparoscopic surgery. *Surg Innov* 2005;12:80-90.
37. Salerno DF, Copley-Merriman C, Taylor TN et al. A review of functional status measures for workers with upper extremity disorders. *Occup Environ Med* 2002;59:664-70.
38. Svendsen SW. Shoulder disorders and postural load factors. Århus: Aarhus Universitet, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, 2003.
39. Jonsson B. Measurement and evaluation of local muscular strain in the shoulder during constrained work. *J Hum Ergol (Tokyo)* 1982;11:73-88.
40. Sluiter JK, Frings-Dresen MH, Meijman TF et al. Reactivity and recovery from different types of work measured by catecholamines and cortisol: a systematic literature overview. *Occup Environ Med* 2000;57:298-315.

Nye retningslinjer for antibiotikadosering til patienter med nedsat nyrefunktion og patienter i hæmodialyse

Afdelingslæge Claus Moser,

1. reservelæge Thomas Elung-Jensen & professor Niels Høiby

Rigshospitalet, Klinisk Mikrobiologisk Afdeling og Nefrologisk Klinik P

De hidtidige retningslinjer for antibiotikadosering til patienter med nedsat nyrefunktion har været baseret på farmakokinetiske (PK) overvejelser, mens de forskellige antibiotikas farmakodynamiske (PD) egenskaber kun i ringe omfang har været tilgodeset. Dette er mindre hensigtsmæssigt. Efter vores mening er det mere rationelt at inddele dosismodifikationerne i to forskellige principper baseret på PK/PD-karakteristika for de pågældende antibiotika, da antibiotikas karakteristiske tidsafhængige eller koncentrationsafhængige drab kræver forskellig tilgang til dosisreduktion ved nedsat nyrefunktion. For nogle lægemidler vil det således være mest hensigtsmæssigt at reducere dosis, mens det i andre tilfælde vil være bedre at forlænge doseringsintervallet. Med det som udgangspunkt har vi udarbejdet reviderede anbefalinger af antibiotikadosering til patienter med nedsat nyrefunktion. Vi foreslår, at retningslinjerne appliceres hos alle patienter med nedsat nyrefunktion, uanset om der er tale om nedsættelse af den native nyrefunktion eller nedsat funktion af en transplanteret nyregraft. Lignende retningslinjer er for nyligt publiceret i USA [1].

Udarbejdelsen af anbefalingerne til antibiotikadosering til patienter med nedsat nyrefunktion er baseret på gennemgang af den farmakokinetiske litteratur om de relevante antibiotika, ligesom de farmakodynamiske hensyn ud over litteraturgen-

nemgangen er baseret på fire danske disputater [2-5] og egne studier [6]. Anbefalingerne til antibiotikadoseringen ved renal substitutionsbehandling (intermitterende eller kontinuerlig hæmodialyse) er desuden baseret på den nyligt publicerede oversigtsartikel fra USA [1]. Peritonealdialysepatienter er ikke medtaget som selvstændig gruppe, da de kliniske undersøgelser med denne type patienter er få. Det foreslås, at antibiotikabehandling til patienter i peritonealdialyse doseres på samme måde som til patienter med en kreatinin-*clearance* på < 10 ml/min. Generelt er de farmakokinetiske studier med patienter, der har nedsat nyrefunktion, udført med små grupper (oftest 4-6 personer pr. gruppe), »normalvægtige« (60-70 kg) og stor variation i de målte parametre.

Risikoen ved uhensigtsmæssig antibiotikadosering er manglende klinisk effekt og resistensudvikling ved for lav dosering, mens for høj dosering kan resultere i organskader og øget bivirkningsfrekvens samt et uhensigtsmæssigt resurseforbrug.

For at sikre tilstrækkelig effekt af antibiotikabehandlingen hos alle patienter på Rigshospitalet er anbefalingerne derudover baseret på, at 95% af de mikrobiologiske ætiologier til de

Faktaboks

Antibiotikadosering

Nedsat nyrefunktion

Farmakokinetik/farmakodynamik