

# Indholdsfortegnelse

---

0.1	Problemafgrænsning . . . . .	1
0.1.1	Problemformulering . . . . .	1
<b>Kapitel 1</b>	<b>Beskrivelse og tekniske karakteristika for teknologien (TEC)</b>	<b>2</b>
1.1	Formål . . . . .	2
1.2	HTA spørgsmål . . . . .	2
1.3	Metode . . . . .	2
1.4	Teknologiens egenskaber . . . . .	3
1.4.1	Fokusområde for QST . . . . .	3
1.4.2	Undersøgelse af PPT, TSP og CPM . . . . .	5
1.5	Teknologiens begrænsninger . . . . .	6
1.5.1	Begrænsende faktorer ved benyttelse af QST . . . . .	6
1.6	Sammenligning med nuværende metoder . . . . .	7
1.6.1	Samarbejde mellem QST og klinisk vurdering . . . . .	7
1.7	Delkonklusion . . . . .	8
<b>Kapitel 2</b>	<b>Sikkerhed (SAF)</b>	<b>9</b>
2.1	Formål . . . . .	9
2.2	HTA spørgsmål . . . . .	9
2.3	Metode . . . . .	9
2.4	Patientsikkerhed . . . . .	10
2.4.1	Sikkerhedsmæssige risici for patienter . . . . .	10
2.5	Sikkerhedsforanstaltninger . . . . .	12
2.5.1	Sikkerhedsforanstaltninger ved anvendelse af QST . . . . .	12
2.6	Delkonklusion . . . . .	12
<b>Kapitel 3</b>	<b>Klinisk effektivitet (EFF)</b>	<b>13</b>
3.1	Formål . . . . .	13
3.2	HTA spørgsmål . . . . .	13
3.3	Metode . . . . .	13
3.4	Effekt og skade . . . . .	14
3.4.1	Gavnlig effekt ved QST . . . . .	14
3.5	Nøjagtighed . . . . .	14
3.5.1	Klinisk effekt . . . . .	14
3.5.2	Repeterbarhed for QST . . . . .	16
3.6	Delkonklusion . . . . .	17
<b>Kapitel 4</b>	<b>Omkostninger og økonomisk evaluering (ECO)</b>	<b>19</b>
4.1	Formål . . . . .	19
4.2	HTA spørgsmål . . . . .	19
4.3	Metode . . . . .	19
4.4	Teknologiens effekt ift omkostninger . . . . .	20

---

4.4.1	Omkostninger for implementering af Nocitech . . . . .	20
4.4.2	Økonomisk påvirkning . . . . .	21
4.4.3	Omkostninger ved kroniske smertepatienter . . . . .	21
4.4.4	Cost-effectiveness . . . . .	22
4.5	Ressourceudnyttelse . . . . .	22
4.5.1	Hvordan vil implementeringen af teknologien påvirke regionens budget?	22
4.6	Delkonklusion . . . . .	23
<b>Litteratur</b>		<b>24</b>

## 0.1 Problemafgrensning

Selvom TKA-operationerne bliver udført i henhold til de opstillede retningslinjer, oplever cirka 20% af patienterne kroniske postoperative smerter.

Klinikere er ansvarlige for beslutningen om hvorvidt en patient er egnet til at modtage en TKA-operation og formår succesfuldt at udvælge 75 til 81% af patienterne. Denne udvælgelse sker på baggrund af klinikernes erfaring, radiologiske fund, symptomvurdering samt patientens egne udtalelser. Den resterende patientgruppe har kroniske postoperative smerter, hvilket indikerer, at udvælgelsesmetoden ikke er fyldestgørende. Det kan derfor, for både klinikere og patienter være fordelagtigt, hvis den benyttede metode bliver optimeret. Optimeringen kan bestå i benyttelse af en teknologisk metodik, der kan supplere klinikerens beslutningstagen med faktiske resultater. Hvis en teknologisk metode skal kunne implementeres kræves det, at denne muliggør identificering af patientgruppen, hvis risiko for kroniske postoperative smerter, er størst. Den teknologiske metode bør ydermere være minimalt invasiv, omkostningseffektiv og let organisatorisk implementerbar. Disse kriterier opfyldes bedst af QST blandt de analyserede smertediagnosticeringsmetoder, hvormed det antydes, at QST vil være den teknologiske metode, som bedst vil kunne supplere klinikerens beslutningstagning.

### 0.1.1 Problemformulering

*Hvilke konsekvenser er forbundet med implementering og brug af QST, som supplement til klinikerens vurdering af en patients henvisning til en TKA-operation?*

# Beskrivelse og tekniske karakteristika for teknologien (TEC)

1

## 1.1 Formål

I teknologidomænet analyseres QST som et teknologisk supplement til klinikerens vurdering af en patients henvisning til en TKA-operation. For at muliggøre dette kræves et kendskab til både klinikerens vurdering, og QST. Gennem problemanalysen er klinikernes vurdering undersøgt, mens teknologidomænet danner grundlag for kendskab til QST.

For at opnå et kendskab til QST forventes en forståelse for teknologiens egenskaber, virkemåde samt begrænsninger. Heraf undersøges det oprindelige formål med QST, med henblik på at bestemme, hvordan denne er tilpasset og brugt i sammenhæng med TKA-operationer. Dette bidrager til at vurderingsgrundlaget for hvorvidt QST kan fungere i samspil med klinikerens. Ydermere er det nødvendigt at vide hvad QST kan, hvordan dette er muligt, samt hvordan teknologien begrænses. Hermed er det muligt at vurdere hvordan og i hvilket omfang QST vil kunne fungere som supplement til klinikerens.

Da der er blevet tilegnet et kendskab til QST, er der grundlag for at undersøge og sammenligne QST med klinikerens vurdering. En sammenligning af QST med klinikerens metode er nødvendig for at kunne vurdere hvorvidt QST har evnen til at fungere som supplement hertil.

## 1.2 HTA spørgsmål

*Teknologiens egenskaber:*

- Hvad er teknologiens oprindelige fokusområde og hvordan er den tilpasset knæartrose på nuværende tidspunkt?
- Hvordan virker teknologien?

*Teknologiens begrænsninger:*

- Hvilke faktorer kan påvirke QST-resultaterne?

*Sammenligning med nuværende metoder:*

- Hvordan adskiller QST-teknologien og den nuværende medicinske teknologi sig fra hinanden?

## 1.3 Metode

Vidensindsamlingen til besvarelse af det teknologiske område vil foregå ved at søge efter materiale igennem HTA/MTV agenturer, i relevante sundhedssystemer og sundhedsudbydere. Databasen der anvendes afhænger af hvilket spørgsmål det søges at besvare. Til indsamling af viden omhandlende de tekniske fakta vedrørende teknologien vil der blive benyttet relevante

datablade fra producenter, beskrivende reviews samt ekspertudtalelser fra personel som benytter teknologien, hvis nødvendig. Til besvarelse af hvordan teknologien er udviklet, samt benyttet vil der hovedsageligt blive benyttet reviews fra anerkendte databaser samt bøger.

Til besvarelse af TEC-analysen bestræbes det at undgå grå litteratur, men i tilfælde, hvor der foreligger begrænsede mængder videnskabelig litteratur, kan der suppleres med non-peer reviewed-, ikke-publiceret materiale, fortroligt kommercielt materiale samt generelle internetsøgninger.

Litteratur er søgt således, at antal hits per søgning, er af en overskuelig karakter. Dette betyder at alle overskrifter for den pågældende søgning er blevet gennemgået for relevans. Ved de udvalgte artikler, er abstract efterfølgende blevet gennemlæst for at sortere materialet. De artikler som er blevet fundet relevante til besvarelse af HTA-spørgsmålet, er blevet kritisk gennemgået. Ved enkelte artikler er snowballing blevet benyttet vedrørende publicerede artikler tilhørende den undersøgte forfatter. [1]

## 1.4 Teknologiens egenskaber

*I følgende afsnit undersøges teknologiens egenskaber. Dette gøres for at skabe et kendskab til QST's oprindelige formål samt hvilke QST-parametre der er relevante for patienter med knæartrose. Ligeledes beskrives undersøgelsesmetoden for de relevante QST-parametre.*

### 1.4.1 Fokusområde for QST

I midten af det 19. århundrede blev der udviklet flere medicinske værktøjer til kvantitativ vurdering af sensation af stimuli. Vurderingselementerne omhandlede klassificering af tærskelværdier, tolerancer og stimuli-respons forhold. Nødvendigheden af at kunne kvantificere en tilstand er en essentiel faktor for ethvert videnskabeligt resultat. Validiteten af et videnskabeligt resultat bør delvist dannes på grundlag af en kvantificering af relevante parametre. [2] [3] Forskerne i det sene 19. århundrede beskæftigede sig i større grad med tilstande, som ikke forvoldte smerter, og heraf blev de mest populære fund relateret til de termiske sanser samt vibrationssensation. [2] QST muliggør at undersøge tilstande ved benyttelse af andre typer stimuli. QST omfatter termisk, mekanisk, elektrisk, iskæmisk og kemisk påvirkning. [3] De forskellige typer af stimuli bidrager til at kunne undersøge forskellige typer af nervefibre. Forsøgspersonernes reaktion på de forskellige stimuli kan klassificeres som værende af forringet eller forøget effekt, og visualiseres ofte igennem en VAS-skala (visuel analog skala) [3]. VAS-skalen benyttes til subjektiv bedømmelse af smerte, hvor smerteintensiteten angives som et tal mellem 0 og 10, hvor 0 er ingen smerte og 10 er den værst tænkelige smerte [4].

Til klassificering af tærskelværdier samt tolerancer bliver der generelt benyttet to basisgrupperinger; med og uden reaktionstid. Ved de forskellige basisgrupperinger benyttes forskellige algoritmer, netop til at bestemme tærskler og tolerancer. Eksempelvis ved basisgrupperingen hvor reaktionstid er inkluderet kan, Method of Limits benyttes. Denne metode virker ved at stimuli lineært stiger i styrke og tærskelværdien registreres når sensationen af stimuliet detekteres. Grundlæggende for metoderne hvor reaktionstid er inkluderet, er transmissionstiden defineret som tiden fra stimulus påføres til reaktion. Omvendt ved basisgrupperingen hvor reaktionstid er ekskluderet kan Method of Levels benyttes. Ved Method of Levels påføres et forudbestemt stimuli, hvorefter patienten reagerer når stimuliet registreres. Hvis ikke, for-

dobles styrken og omvendt halveres styrken. Ved sådan et omdrejningspunkt halveres styrken igen og der benyttes kvarte justeringer. Dette fortsættes og til sidst tages gennemsnittet af den sidste registrerede 'ja/nej'. Grundlæggende for metoder uden reaktionstid anvendes oftest 'ja/nej' reaktioner til stimuli med forudbestemt intensitet, eller benyttelsen af VAS, hvorefter intensiteten eventuelt ændres. [2] [3]

QST betegnes som en subjektiv vurderingsmetode, da det omfatter en subjektiv respons indenfor en psykofysisk parameter til et kontrolleret stimuli. Den subjektive respons er på baggrund af, at patienten deltager frivilligt og af egen interesse. [5] Da vurderingsmetoden er subjektiv, kan resultatet blandt andet blive påvirket af distraktioner, kedsommelighed, mental træthed og forvirring. Ydermere kan en subjektiv respons bidrage til, at patienten bevidst fejlrappporterer på baggrund af en interesse i et bestemt resultat. [3] Da QST er en subjektiv vurderingsmetode, bør behandlingen omfatte kvalitetskontrol. Det pointeres af Yarnitsky and Granot, 2006 [3] at resultater opnået, med bestemte algoritmer, imellem forsøg kan variere op mod 150%, mens der ved benyttelsen af en anden algoritme, opstod en individuel variation på 5%.

For at kunne bestemme styrken af resultatet, kan en korrelationsfaktor ( $r$ ) udregnes. R-faktoren indikerer hvor stærk relationen af den signifikante sammenhæng er, hvormed en høj R-faktor indikerer et stærkt sammenhæng. Der skal tages højde for, at det kan være problematisk at udføre statistiske beregninger mellem grupper. Dette er tilfældet da resultaterne stammer fra subjektive vurderinger. [6]

### Klinisk anvendelse af QST

QST bliver benyttet i flere kliniske sammenhænge. I mange tilfælde bliver QST benyttet som et diagnostisk værktøj, men kan også bruges til at vurdere omfanget af en sensorisk tilstand. Generelt bliver QST anvendt til at klassificere sygdomme relateret til både til CNS og PNS, heraf flere omhandlende sensationstab. Eksempelvis relaterer fastsættelsen af sensationstærskler sig til PNS, mens en persons smertekontrol relateres til CNS.

Ved benyttelse af QST relateret til diabetes ses det at 50% af diabetikere har perifer neuropati, og ved anvendelse af en termisk parameter af QST, kan man tidligt i patogenesen identificere dette. Neuropati er ligeledes fundet ved flere patienter med nyresvigt, hvilket kan klassificeres igennem undersøgelse af vibration- og termisk sensation. [2] [3]

QST bliver også benyttet til at klassificere smerter samt smertemekanismer, hvortil der er relateret en problemstilling. Problematikken opstår i og med det psykofysiske og psykologiske som QST er bestående af, samt en forskel i smerteopfattelse og smertereaktion patienter imellem. [2] Det er anerkendt, at mennesker har forskellige smertemønstre i relation til smertestimuli. Det kan imellem patienter variere fra at være yderst følsom til at være upåvirket. Forståelsen af disse smertemønstre, kan med den korrekte QST tilgang, bidrage til at kunne forudsige responsen på en given interaktion. [3] Ydermere kan QST i smerteregi, klinisk blive benyttet til at lave kvantitative sammenligninger mellem forskellige grupperinger [7].

Generelt benyttes QST-resultater ikke, som det eneste resultat, til at stille en diagnose. Dette er på baggrund af tidligere nævnte årsager relateret til det subjektive aspekt i metoden. [3]

### Tilpasning af QST til knæartrose

QST bliver i knæartroseregi forsøgt benyttet til at skabe en association imellem præoperativ smertesensation og udviklingen af kronisk postoperativ smerte. Dette ses også ved

den øgede kirurgiske interesse for benyttelse af teknologien. Der ses et potentiale i anvendelsen af præoperative QST-undersøgelser, som prædiktation for omfanget af kroniske postoperative smerter. [8] Ved hjælp af QST kan klinikerne undersøge denne smertesensation igennem flere forskellige parametre eksempelvis, tryk-smerte tærskelen (PPT), kulde/varmetærskel og tolerance, kulde-smerte rating, temporal summation (TSP) og konditioneret smertemodulation (CPM). [9] Dette er blot et uddrag af parametre, der kan testes for at skabe en smertesensationsprofil. Ved benyttelse af mange parametre vil QST være omfattende og tidskrævende, hvilket kan antages at være problematisk i et klinisk regi. Dette skaber en begrænsning i benyttelse af QST, og dermed bør kun diagnostisk relevante parametre blive benyttet. [10] Studier antyder, at central sensibilisering har betydning for udviklingen af kroniske postoperative smerter efter en TKA-operation [11]. Central sensibilisering formodes at opstå som følge af langvarig smertepåvirkning, som et resultat af de degenererende forandringer, der sker i et led på grund af knæartrose. [12] Efter en succesfuld og smertefri TKA-operation forbedres den centrale sensibilisering i nogle tilfælde, mens der for patienter med kroniske postoperative smerter forbedres den centrale sensibilisering ikke i samme grad som for andre patienter. [12] Central sensibilisering kan undersøges ud fra forskellige QST-parametre. Parametrene er PPT, TSP og CPM. [12] Flere studier har ligeledes undersøgt hvilke parametre, som er diagnostisk relateret til udviklingen af kroniske postoperative smerter. Her er den største konsensus ligeledes, at QST-parametrene med størst diagnostisk relevans er nedsat PPT, faciliteret TSP og nedsat CPM. Alle disse QST parametre kan profileres igennem mekanisk QST. [13] [14] [15]

I et studie af Petersen et al., 2016 [14], blev knæartrosepatienter grupperet efter deres QST-resultater vedrørende TSP og CPM. Disse inddelinger resulterede i at hverken TSP eller CPM, som enkeltstående måleparameter, statistisk kan benyttes som indikerende faktorer for en patients postoperative resultat. Studiet indikerer heraf at patienter både med faciliteret TSP og nedsat CPM, er i øget risiko for at udvikle kroniske postoperative smerter. Dette resultat understreger at multiple QST-parametre bør benyttes for at QST kan opfylde dets kliniske formål. [14] Flere studier indikerer at udbredt hyperalgesi kan være en prædiktiv faktor, for en patients kroniske postoperative smerter. [14] [8] Dette understøttes også i studiet af Wylde et al., 2016 [16], hvis resultater indikerer at patienter med en sværere grad af knæartrose og en større mængde hyperalgesi, får et mindre godt udbytte af TKA, end patienter med mindre hyperalgesi. Dette resulterer i at udbredt hyperalgesi kan være en prædiktiv faktor, men resultaterne er af svag statistisk evidens. [16] Til videre analyse vil QST parameterene, PPT, TSP og CPM udelukkende blive benyttet.

#### 1.4.2 Undersøgelse af PPT, TSP og CPM

De tre QST-parametre PPT, TSP og CPM kan testes ved forskellige typer stimuli. PPT testes mekanisk, mens TSP og CPM kan eksempelvis testes mekanisk, kemisk elektrisk eller termisk. Oftest anvendes mekanisk stimuli i form af tryk. [11] [3] Tilførelsen af trykstimuli kan udstyr fra eksempelvis Samedic eller NociTech anvendes. [15] [14]

Ved test af PPT undersøges det, om patienten har en forstærket reaktion på tryk. Dette kan gøres både på områder i umiddelbar nærhed af det påvirkede knæ og på områder, som er længere væk fra knæet. En lav PPT, og dermed højere sensitivitet for stimuli, i området omkring det påvirkede knæ antyder perifer sensibilisering, mens en lav PPT i områder væk fra det påvirkede knæ antyder central sensibilisering. [11] Det påførte tryk stiger indtil patienten

begynder at opfatte trykket som smertefuldt, og angiver dette ved eksempelvis tryk på en knap. PPT defineres som det påførte tryk, da patienten angav, at trykket blev smertefuldt, og angives dermed i kPa. Oftest gentages målingen tre gange, hvorefter gennemsnittet af de tre målinger anvendes som patientens PPT-værdi. [13] [15]

En forhøjet TSP kan antyde central sensibilisering, da reguleringen af TSP i neuroner er formindsket ved central sensibilisering. [12] Hermed reagerer personer med central sensibilisering stærkere på gentagende stimuli end personer som ikke har central sensibilisering. [12] For at undersøge en patients TSP påføres patienten gentagende tryk med samme intensitet, med tilsvarende intervaller. Eksempelvis i studiet af [14] blev patienten tilført tryk på et sekunds varighed efterfulgt af en pause på et sekund. Patienten blev i alt tilført 10 tryk. For hvert tryk angav patienten smerten på ud fra VAS, og TSP udregnes som gennemsnittet af VAS for de første fire tryk minus gennemsnittet af VAS for de sidste tre tryk. [14] TSP kan ligeledes udregnes ved at trække VAS-scoren for det sidste stimuli fra VAS-scoren for det første stimuli. [13]

Descenderende smerteregulering er en betydende faktor for udviklingen af central sensibilisering. Den descenderende smerteregulering regulerer neuronernes reaktion på stimuli, og består af en balance mellem inhiberende og exciterende signaler. For personer med normal descenderende smerteregulering er denne hovedsageligt inhiberende. Ved central sensibilisering forskubbes balancen i den descenderende smerteregulering, således neuronernes reaktion på stimuli ikke inhiberes på samme niveau som tidligere. Denne forskydning i balancen kan ske enten ved, at færre inhiberende signaler sendes eller, at flere exciterende signaler sendes til neuronerne. [12] Den descenderende smerteregulering undersøges ved CPM. Ved test af CPM udsættes patienten for smertefuld stimuli et sted på kroppen, mens PPT måles et andet sted på kroppen, som benævnes teststedet. Før den smertefulde stimuli tilføres patienten bliver PPT målt på teststedet. [14] Den smertefulde stimuli der tilføres patienten kan eksempelvis være termisk eller mekanisk. CPM defineres som forskellen i PPT på teststedet før og efter den smertefulde stimuli er tilført et andet sted på kroppen. [13]

## 1.5 Teknologiens begrænsninger

*Efter beskrivelse af de tre QST-parametre, PPT, TSP og CPM undersøges begrænsningerne for undersøgelsesmetoderne. Hermed bestemmes eventuelle svage punkter ved hver af parametrene.*

### 1.5.1 Begrænsende faktorer ved benyttelse af QST

Ved benyttelsen af QST som supplement til klinikerens beslutning, bør teknologiens begrænsende faktorer vurderes. Som nævnt er den største konsensus omkring diagnostisk relevante QST-parametre PPT, TSP og CPM. Ved benyttelsen af PPT, bør metodens udførsel undersøges.

Det kan forestilles, at hvis de tre målinger til at danne PPT-værdien, udføres med for kort et interval, kan der opstå komplikationer i form af en carry-over effekt. En carry-over effekt som et bias i et klinisk forsøg er når der opstår fejlresultater på baggrund af videreførsel af tidligere stimuli-respons, til fremtidige forsøg. Hvis PPT målingerne tages med for kort interval, kan det tænkes at der vil opstå en carry-over effekt, som kan resultere i en falsk positiv PPT-værdi. Derfor er det vigtigt at overveje hvor lang tid der går mellem hver måling, således carry-over



effekten så vidt muligt undgås. [17]

For at kunne benytte QST som et led i den diagnostiske process, kræves det at klinikerne har adgang til et sæt normativ data til klassificering af anormale tilstande. Det normative datasæt skal bestå af normale tærskler og tolerancer, samt anormale tærskler og tolerancer, førend klinikerne kan adskille patientgrupper fra hinanden. Udviklingen af sådanne normative datasæt er nødvendigt førend en mulig implementering. Ved fremadrettet benyttelse af normative data kræves det at den nøjagtige metode fra producenten benyttes. Det er heraf nødvendigt at et normativt datasæt produceres efter en procedure som med garanti kan benyttes andetsteds. Hvis ikke dette er tilfældet kræves en reproduktion af normative datasæt ved enhver ny implementering af QST. Hvis ikke den nøjagtige metode benyttes kan det forestilles, at resultaterne vil afvige fra det normative datasæt, og heraf skabe falsk negative/positive resultater. Heraf vil genbrugelige normativ datasæt hjælpe til at skabe pålidelig resultater, og dermed højne teknologiens sensitivitet og specificitet. [2] Problematikken vedrørende benyttelsen af normativ data ses ligeledes i studiet af Petersen et al., 2016 [14], hvor forsøgspopulationen inddeles i grupperinger vurderet på baggrund af arbitrære valg. Det tydeliggøres tilmed i studiet, at en normativ inddeling af patienter er nødvendig, og bør optimeres og gøres generaliserbar, førend implementering af QST. Optimeringen skal bidrage til at øge sensitiviteten og dermed øge muligheden for at kunne forudsige om en given patient får kroniske smerte efter TKA.

En anden metodisk problematik, på baggrund af metodens subjektive opbygning er, at algoritmerne ikke tager højde for patienternes intelligens, psykologiske tilstedeværelse eller at være biased mod et bestemt testresultat. Der kendes ikke til en metode som kan påvise om patienterne bevidst, eller ubevidst fejlrapporterer. [18]

Patientgruppen tilhørende knæartrose, er som beskrevet, i nogle tilfælde relateret til svær overvægt. Det kan tilmed forestilles, at nogle patienter er tyndere end normalen, da patientgruppen befinder sig i den ældre del af befolkningen. Dette kan antages at medføre teknologiske begrænsninger ved benyttelse af mekanisk QST, i form af cuff-algometri. Det kan forestilles, at det er svært at tilpasse en standardiseret cuff, til patienter som befinder sig i ydre punkterne for hver tilstand. Det kræves heraf at teknologien kan tilpasses alle patientgrupper, og producere et korrekt resultat ved alle patienter.

## 1.6 Sammenligning med nuværende metoder

*I følgende afsnit analyseres det hvordan QST-parametrene ud fra de foregående fund, kan bidrage til vurderingsgrundlaget. Dette gøres ved at undersøge samarbejdet mellem QST og den klinikers nuværende udvælgelse.*

### 1.6.1 Samarbejde mellem QST og klinisk vurdering

Den nuværende metode til udvælgelse af knæartrosepatienter til en TKA-operation bygger på kirurgers observationer og samtaler med patienten, og er dermed en kvalitativ vurdering. [19] [20] Den eneste kvantitative parameter som anvendes ved den nuværende metode er radiologiske fund, der ikke altid er indikative for patientens oplevelse af smerte [21]. Ved anvendelse af QST tilføjes hermed en kvantitativ målemetode som kan antyde udviklingen af kroniske postoperative smerter. Tilføjelsen af QST vil styrke vurderingsgrundlaget idet en beslutningsmetode, som bygger på både kvalitative og kvantitative observationer giver et

mere udførligt helhedsbillede end en beslutningsmetode som kun er bygget på den ene af de to slags observationer. [22]

Herudfra kan QST fungere som et supplement til klinikerens udvælgelse på baggrund af dens kvantitative karakteristika, og mulighed for tilføjelse af ny viden til beslutningsgrundlaget. Dette kræves dog, at QST nøjagtigt kan identificere patienterne med forhøjet risiko for udvikling af kroniske postoperative smerter.

## 1.7 Delkonklusion

**I dette afsnit sammenfattes de vigtigste pointer fra TEC-analysen.**

QST blev oprindeligt udviklet til undersøgelse af forsøgspersoners sensation af stimuli. Siden er der blevet udviklet en række forskellige protokoller, der har hver sit formål. Den QST protokol som er anvendelig til undersøgelse af muskuloskeletale smerter, og hermed kroniske postoperative smerter, indeholder parametre som kan antyde central sensibilisering. Disse tre parametre er PPT, TSP og CPM. PPT kan kun undersøges ved anvendelse af tryk mens TSP og CPM oftest undersøges ved anvendelse af mekanisk stimuli i form af tryk. Det er ikke vist at PPT, TSP og CPM som enkeltstående parametre kan anvendes til identificering af patienter med kroniske postoperative smerter, men resultater fra et studie antyder at patienter med forhøjet TSP og inhiberet CPM, har flere postoperative smerter end andre patienter.

Undersøgelserne af de tre QST-parametre har en række begrænsninger. En af disse begrænsninger er at der, på nuværende tidspunkt, ikke er fundet normative værdier for de tre parametre. Uden normative værdier er det ikke muligt for klinikerne at vurdere om patienten har anormale værdier eller ej. Ligeledes er et problem med QST at undersøgelsesresultater afhænger af patientens subjektive svar og reaktioner. Dette ekskluderer patienter med psykiske handicap fra undersøgelserne. Herudover kan patienters, både bevidste og ubevidste, bias påvirke undersøgelsesresultater. På trods af disse begrænsninger vil QST kunne styrke klinikerens vurderingsgrundlag. QST-undersøgelserne kan styrke vurderingsgrundlaget, idet der ved anvendelse af QST tilføjes en kvantitativ metode til klinikerens overvejende kvalitative metode.

*I følgende afsnit vil sikkerhedsdomænet analyseres for de sikkerhedsmæssige risici, der kan være i sammenhæng med implementering af QST som supplement til klinikerens beslutningstagen omkring knæartrosepatienter. Det vil blive undersøgt om der eksisterer farer for patient eller bruger ved anvendelse af QST, samt om implementeringen vil kræve indførelse af bestemte sikkerhedsforanstaltninger.*

## 2.1 Formål

I sikkerhedsdomænet analyseres hvilke sikkerhedsmæssige konsekvenser, der kan forekomme ved implementering og brug af QST. Teknologien bør være sikker for både patienten og brugeren. Derfor er det nødvendigt at undersøge eventuelle sikkerhedsmæssige risici. Denne undersøgelse danner grundlag for en vurdering af hvorvidt QST er sikker at benytte, og deraf eventuelle konsekvenser ved brugen.

Patientsikkerhed undersøges, da patienterne eksponeres for QST, hvorfor det er nødvendigt at kende eventuelle sikkerhedsrisici ved brugen af denne metode. Ligeledes undersøges brugersikkerhed i forhold til klinikerens.

Såfremt implementeringen og brugen af QST er forbundet med sikkerhedsmæssige konsekvenser, skal det undersøges hvilke sikkerhedsmæssige foranstaltninger, der bør tages. Dette gøres for at sikre, at patient og sundhedspersonale ikke udsættes for unødige farer ved brug af QST. Ved identificering af sikkerhedsrisici og eventuelle sikkerhedsforanstaltninger er det muligt at imødegå nogle af konsekvenserne ved implementering af QST og hermed give et bedre grundlag for vurdering om, hvorvidt QST skal implementeres.

## 2.2 HTA spørgsmål

*Patientsikkerhed:*

- Hvilke sikkerhedsmæssige patientrisici kan forekomme ved benyttelsen af QST-undersøgelserne, og hvordan forårsages disse?

*Sikkerhedsforanstaltninger:*

- Hvilke sikkerhedsforanstaltninger skal foretages ved benyttelsen af QST?

## 2.3 Metode

Til sikkerhedsafsnittet skal der hovedsageligt bruges kilder omhandlende QST-undersøgelsens effekt og eventuelle skader på forsøgspersoner. Studierne skal have fokus på rapporteringen af, hvordan teknologien påvirker forsøgspersonen, frem for hvordan teknologien fungerer, da dette er undersøgt i kapitel 1. Studier, der ikke søger at dokumentere effekten af påvirkning af forsøgspersoner, vil derfor ikke blive medtaget. Det blev i kapitel 1 bestemt at fokusere på

tre QST-undersøgelser: PPT, TSP og CMP, og undersøgelser ved mekanisk trykpåvirkning. For at vurdere hvorvidt disse undersøgelser er sikre for forsøgspersonen og klinikerens, er det nødvendigt at undersøge grænser for, hvad hud og muskelvæv kan modstå af mekanisk trykpåvirkning. Den fundne grænse skal sammenlignes med hvad en forsøgsperson kan blive udsat for ved en QST-undersøgelse for at kunne vurdere, om denne påvirkning kan påføre forsøgspersonen skade. Sikkerhedsforanstaltninger, som skal indføres for at opnå en sikker og pålidelig test, skal ligeledes undersøges. Dette gøres ved undersøgelse af forskellige typer af QST. Derfor vil der blive søgt efter studier, der sammenholder forskellige QST-systemer og protokoller for derudfra at kunne undersøge hvor i undersøgelsen, der kan opstå risiko for skader og hvordan disse kan forebygges. Ligeledes vil dette kunne give viden om, hvordan undersøgelsen kan sikres at være præcis og pålidelig. [1]

## 2.4 Patientsikkerhed

*Det vil i følgende afsnit blive undersøgt, hvilke fysiske grænser hud og muskler har overfor trykpåvirkning, samt hvilken trykpåvirkning en patient bliver udsat for ved en QST-undersøgelse. Dette gøres for at kunne vurdere om trykpåvirkningen ved QST-undersøgelser kan udsætte patienter for en sikkerhedsmæssig risiko.*

### 2.4.1 Sikkerhedsmæssige risici for patienter

Det er ifølge internationale retningslinjer for patientsikkerhed bestemt, at fagpersoner i bedste evne og hensigt skal behandle med patienters helbred som førsteprioritet [23]. Dette er en af mange retningslinjer, som har til formål at udbrede et internationalt dækkende budskab om, at der til enhver tid skal overvejes, hvorvidt en patient kan bringes i fare eller påføres skade, som resultat af behandling. Disse retningslinjer er således bestemt for, at sikre overholdelse af etiske principper i forhold til behandling af patienter eller ved forskning, der inddrager forsøgspersoner. Det fremgår desuden af internationale retningslinjer, at nationale retningslinjer for det pågældende land hvori behandlingen eller undersøgelsen udføres, skal overholdes. Det undersøges, hvorvidt QST kan implementeres på ortopædkirurgiske afdelinger i Region Nordjylland, bør det overvejes, om QST overholder internationale såvel som de danske retningslinjer for patientsikkerhed. [23]

QST påfører bevidst patienter smerte, hvoraf det undersøges, hvorvidt denne smerte er acceptabel i forhold til, om det pådrager patienten skader. Internationale retningslinjer proklamerer, at en given undersøgelse altid skal underlægges klinikerens viden og bevidsthed om at sikre patientens helbred, velfærd og rettigheder. Det pointeres ligeledes, at selvom forsknings primære mål er at finde ny viden, må forskningens formål aldrig overskygge patientsikkerheden. Udbytte heraf skal derfor altid være af større betydning end den sikkerhedsrisiko, det kan udsætte patienten for. [23] Dette betyder generelt, at det kan accepteres, at en patient udsættes for radioaktiv stråling, hvis det indgår som led i diagnosticering af en livstruende sygdom. I dette tilfælde overskygger risikoen ved undersøgelsen den risiko, som truer patientens helbred. De danske nationale kliniske retningslinjer (NKR) for patientsikkerhed er opsat af Sundhedsstyrelsen, og henvender sig primært det sundhedsfaglige personale indenfor den danske sundhedssektor. Her udgør retningslinjerne et sundhedsfagligt beslutningsværktøj, som skal sikre, at udredning, behandling, pleje og rehabiliteringen i sektoren er ensartet og af høj kvalitet. [24] [25] De danske retningslinjer skal således sikre, at en patient vil få behandling

af samme kvalitet ligegyldigt hvor i landet behandlingen foregår. Disse retningslinjer sikrer ligeledes, at viden deles mellem regioner sådan en patient altid vil modtage den bedst tilgængelige behandling. [24]

På baggrund af teknologianalysen i kapitel 1 er der udvalgt tre undersøgelsesparametre vedrørende QST, der undersøger PPT, TS og CPM. Disse tre QST-parametre udsætter patienten med mekanisk tryk. Det undersøges derfor, hvilke fysiske grænser hud og muskelvæv har overfor trykpåvirkning og hvornår et givent tryk kan medføre skade på kroppen.

### Mekanisk trykpåvirkning

Ved mekanisk påvirkning af tryk vil materialer deformeres, hvis kraften overstiger deres flydegrænse. Materialet vil tilmed brydes, hvis kraftpåvirkningen fortsætter og overstiger brudstyrken. Materialer som hud og blødt væv har en vis form for elasticitet, men vil ligeledes deformeres ved en kraftpåvirkning og destrueres, når cellerne i kroppen ødelægges. Dette vil ses som blodansamlinger og eller sår på hud og væv. Skader som følge af tryk afhænger af størrelsen på kraften og arealet af området som påvirkes. Trykket følger forholdet  $P = \frac{F}{A}$ , hvor P er trykket, F er kraften og A er arealet som påvirkes. Et studie af Ní Annaidh et al., 2012 [26] har undersøgt mekaniske egenskaber ved menneskehud. Undersøgelsen har anvendt samples af menneskehud fra ryggen som er blevet testet i et apparatur der kan strække huden. Elasticiteten af huden er blevet målt løbende og indtil huden nåede sin brudstyrke. Brudstyrken blev bestemt til  $21,6 \pm 8,4 MPa$ . Dette stemmer overens med en studie af Jussila et al., 2005 [27], der undersøgte mulighederne for at finde en simulator for menneskehud til tests af skydevåben. For at kunne fungere som et brugbart alternativ skulle simulanten overholde nogle grænser, heriblandt en brudstyrke på  $18 \pm 2 N/mm^2 = 18 MPa$ . Ydermere har studier har undersøgt effekten af påvirkning af tryk over en længere periode. Sanders et al., 1995 [28] har sammenholdt forskellige studier og fundet, at skader på hud og muskelvæv ligeledes opstår ved en svagere kraftpåvirkning, hvis påvirkningen sker over længere tid. I studiet findes det, at der sker skader på hud og underliggende muskelstrukturer ved tryk på  $13 kPa$  ved påvirkning i to timer. Dette skyldes at et tryk på  $13 kPa$  er over det systoliske tryk, hvorved der lukkes af for blodgennemstrømningen i det trykpåvirkede område. Som følge deraf opstår der ved påvirkning i seks timer således komplet muskelnekrose. [28] Nogle QST-protokoller anvender cuff-algometri til PPT-tests, hvor det påvirkede areal omhandler et større område end  $1 cm^2$  som ved det håndholdte trykalgometre. Et studie af Graven-Nielsen et al., 2016 [29] anvender et cuff-algometer der dækker et op til  $13 cm$  bredt område, hvor der er fastsat en maksimal trykgrænse på  $100 kPa$ . [29]

### Overholdelse af skadegrænser

Der kan opstilles bestemte grænser for, hvad hud og muskelvæv kan modstå i forhold til påvirkning ved mekanisk tryk. Disse grænser kan sammenlignes med hvad en patient påvirkes med ved en QST-undersøgelse.

Ifølge Rolke et al., 2006 [30], som en del af QST-protokollen fra German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS), bliver en patient ved PPT-testen i en QST-undersøgelse, maksimalt udsat for et mekanisk tryk på  $2000 kPa$  af et håndholdt algometer, på et område af  $1 cm^2$ . Dette er mindre end den påvirkningen på  $21,6 \pm 8,4 MPa$ , som vævet kunne modstå, som det blev fundet af Ní Annaidh et al., 2012 [26] og Jussila et al., 2005 [27]. Det er dog over

13kPa, som ifølge Sanders et al., 1995 [28] kan påføre muskel- og vævsskader. Dette er kun ved trykpåvirkning i seks timer, hvor trykpåvirkning ved QST-undersøgelsen kun tager omkring 40 sekunder [30]. Ved anvendelse af et cuff-almometer kan der påvirkes et større område af patienten, end ved et håndholdt trykalmometer. Dette er dog ikke et sikkerhedsmæssigt problem da trykpåvirkning stadig ikke overskrider den fastsatte grænse på 2000kPa som opsat af DFNS. Den største forskel kan ske i patientens opfattelse af påvirkningen, da denne ikke påvirkes på et lille område, som 1cm<sup>2</sup> ved håndholdt almometer, som ved et cuff-almometer som dækker hele vejen omkring et legeme.

## 2.5 Sikkerhedsforanstaltninger

*Da det i ovenstående afsnit ikke blev fundet sikkerhedsrisici ved anvendelsen af QST-undersøgelserne, omhandler kommende afsnit kort de praktisk nødvendige tiltag for at kunne benytte QST.*

### 2.5.1 Sikkerhedsforanstaltninger ved anvendelse af QST

Da der generelt ikke er farer forbundet med udførelsen af en QST-undersøgelse, skal der umiddelbart ikke udformes nogle sikkerhedsforanstaltninger i forhold benyttelsen heraf. Der er dog nogle praktiske tiltag der bør overvejes ved brugen. Det er væsentligt at klinikeren modtager vejledning fra producenten, med henblik på korrekt benyttelse af QST-udstyret. Undersøgelserne bør desuden foretages i et stille lokale, der er indrettet til formålet, således resultaterne af undersøgelsen ikke påvirkes af udefrakommende faktorer. Derudover bør den samme kliniker udføre både den primære og de eventuelt opfølgende undersøgelser, da dette sikrer, at disse bliver foretaget på samme måde hver gang. [31] Ved anvendelse af computerstyrede metoder til QST-undersøgelse, er udførelsen af undersøgelserne i højere grad automatiseret og dermed mere uafhængige af klinikeren [32]. Det kan dermed antages, at der skal tages færre sikkerhedsforanstaltninger i forhold til opnåelse af korrekte resultater.

## 2.6 Delkonklusion

Af QST-protokollen udarbejdet af DFNS fremgår det, at det maksimale mekaniske tryk, en patient bliver udsat for, er 2000kPa, hvilket overskrider grænsen for muskelskade fundet i studiet af Sanders et al., 1995 [28]. Da denne grænseværdi er fundet efter trykpåvirkning i seks timer og da QST-undersøgelsen udføres på cirka 40 sekunder vurderes det imidlertid, at der ikke vil opstå skader på patienter, og i så fald vil skaderne forbundet hermed vil være minimale. Dermed overholdes de nationale og internationale retningslinjer for patientsikkerhed, da det resultat, der opnås ved QST-undersøgelsen, bidrager til vurderingen af, hvorvidt patienten skal have foretaget en TKA-operation. Dette udbytte er af større betydning end de sikkerhedsmæssige risici, patienten udsættes for.

For at sikre, at balancen mellem udbytte og risici opretholdes, er det væsentligt at undersøgelsen udføres korrekt. Dette kræver nogle praktiske tiltag, hvilket omfatter vejledning fra producenter, korrekt indretning af lokale og at patienten konsulterer den samme kliniker gennem alle QST-undersøgelser. Computerstyrede metoder er mere automatiserede, hvorved det vurderes, at disse ligeledes vil kræve minimal indførelse af sikkerhedsforanstaltninger.

## 3.1 Formål

I dette domæne analyseres teknologiens virkningsgrad ud fra et klinisk synspunkt. For at kunne danne et vurderingsgrundlag for, hvorvidt QST skal implementeres som supplement til klinikerens vurdering, er det nødvendigt at undersøge teknologiens effektivitet og egentlige effekt.

For at kunne vurdere virkningsgraden af QST er det nødvendigt at undersøge de gavnlige og ikke-gavnlige effekter ved brug af teknologien. Denne effektivvurdering skal danne grundlag for forståelsen af, hvordan QST kan fungere som supplement til klinikerens beslutning. Ligeledes vil effekten af teknologien sammenholdes med de eventuelle sikkerhedsmæssige risici. Dette skal samlet bidrage til beslutningen om hvorvidt udbyttet af QST er tilstrækkelig i forhold til de sikkerhedsmæssige risici, og i hvilken grad QST kan benyttes som supplement.

Ifølge analysen omhandlende klinikerens vurdering, er denne mangelfuld i forhold til identificering af patienter med kroniske postoperative smerter. Beslutningen bygger ikke på tilstrækkelig viden, hvoraf det er relevant at vurdere nøjagtigheden af QST. Nøjagtigheden af resultaterne fra QST skal undersøges, med henblik på at belyse hvorvidt patienter som udvikler kroniske postoperative smerter kan identificeres mere præcist ved anvendelse af QST end uden QST. Derudover vil det også være relevant at undersøge, hvor stor en andel af patienter uden kroniske postoperative smerter teknologien kan identificere. Da patienterne med kroniske postoperative smerter bør kunne identificeres præoperativt med QST som supplement, er det relevant at undersøge hvordan QST-resultaterne for patienter uden kroniske postoperative smerter og en patient med kroniske postoperative smerter adskiller sig fra hinanden. Repeterbarheden for QST undersøges ydermere for at kunne vurdere dens egnethed som et pålideligt supplement til klinikerens beslutning.

## 3.2 HTA spørgsmål

*Effekt og skade:*

- Hvilke gavnlige effekter er der ved QST-undersøgelserne?
- Hvad er net-benefit af QST?

*Nøjagtighed:*

- Hvordan adskiller de præoperative QST-resultater sig fra patienter med kroniske postoperative smerter og patienter uden kroniske postoperative smerter?
- Hvorvidt er undersøgelser med QST repeterbare?

## 3.3 Metode

For at opnå viden om nøjagtigheden af QST, vil studier hvori teknologiens effektivitet dokumenteres blive taget i betragtning. Ved vurdering af virkningsgradens normale forhold,

kan det blive nødvendigt at undersøge om virkningsgraden kan extrapoleres fra virkning under optimale forhold til normale forhold. Litteratursøgningen er inspireret af PICO (Patient/Problem, Intervention, Comparison and Outcome). Dette betyder, at søgningen er afgrænset til kun at omhandle prædiktering af kroniske postoperative smerter efter TKA ved hjælp af de tre QST-parametre; PPT, TSP og CPM. Det blev foreslået, at disse parametre kan afvige fra normalen ved en række sygdomstilstande [14]. Studier omhandlende andre sygdomstilstande en artrose inkluderes ikke, da projektgruppen ikke har fundet evidens for, at disse resultater uden videre kan generaliseres til TKA-patienter.

## 3.4 Effekt og skade

*I følgende afsnit undersøges, den samlede effekt af behandlingen, hvori QST er tiltænkt at indgå. QST er kun et delelement i patientens behandling og derfor er en vurdering af isoleret vurdering af QST-teknologien ikke tilstrækkelig.. Svar: Ja selvfølgelig gør det, men*

### 3.4.1 Gavn timer effekter ved QST

Ved at kunne prædiktere om patienten får kroniske smerter, kan patienterne informeres om den mulige forhøjede risiko for at opleve kroniske smerter, som der kan være forbundet med en TKA-operation. Patienten kan således informeres om, at medicinsk behandling kan reducere risikofaktorer for udvikling af kroniske postoperative smerte. For eksempel er NMDA antagonisten, Pregabalin, blevet foreslået til at reducere kronisk smerte som følge af TKA. Der er dog ikke et entydigt resultat af, hvor stor denne effekt er. Lunn et al., 2015 [33] har i et studie med 300 patienter undersøgt effekten af Gabapentin, hvor der ikke blev fundet en signifikant forskel mellem placebogruppen og gruppen der fik medicin. Dette står dog i kontrast til et andet studie af Buvanendran et al., 2010 [34], som med 120 forsøgspersoner viser at der var en signifikant effekt ved medicinsk behandling med Pregabalin. Det optimale udbytte af den samlede diagnosticering og behandling, er at patienten ikke oplever kronisk smerte efter en TKA-operation.

## 3.5 Nøjagtighed

*I følgende afsnit vil QST-undersøgelsernes nøjagtighed blive beskrevet, både i forhold til den kliniske effekt, men også i forhold til teknologiens reliabilitet. Dette er for at kunne vurdere egentheden af QST-undersøgelserne, som et brugbart supplement.*

### 3.5.1 Klinisk effekt

For at vurdere hvor nøjagtig QST er, benyttes data fra studier der har undersøgt kronisk smerte efter en TKA. Kronisk smerte defineres som smerte der rækker ud over den normale vævshelingsperiode. I forhold til TKA-patienter kan denne periode vare i op til 12 måneder [35]. Derfor vil de inkluderede studier også benytte denne minimumsperiode som referencepunkt.

Wylde et al., 2013 [8] undersøgte forholdet mellem præoperative smertetærskler hos TKA patienter og disse patienters oplevelse af smerte 12 måneder efter TKA-operationen. I studiet



deltog 51 patienter der var indstillet til TKA. Disse fik målt deres smerteintensitet ved hjælp af WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Pain scale). Denne smertetest tager gangsmerte, smerte ved brug af trapper, smerter i siddende eller liggende position og smerter ved stående position, i betragtning. I studiet blev blandt andet PPT målt. Disse målinger blev sammenlignet med målinger på 50 personer uden knæsmerte. I studiet blev der fundet en signifikant korrelation mellem præoperativ lav PPT, målt på underarmen og øget smerte 12 måneder efter TKA-operationen.

Wylde et al, 2014 har i et dobbeltblindet, randomiseret single-center studie med 239 patienter, undersøgt om PPT målt på underarmen kunne prædiktere om patienter ville komme til at opleve smerte 12 måneder efter operationen. Smerten blev vurderet ud fra WOMAC smertescoren. Det blev fundet at lav PPT korrelerede i forhold til patientens oplevelse af præoperativ smerteintensitet. Derudover blev det fundet at PPT ikke kunne prædiktere niveauet af smertelindring efter TKA-operation, uafhængigt af præoperativ smerteintensitet.

Wright et al, 2014 har i et studie undersøgt om der eksisterede en sammenhæng i forhold til målt PPT hos 53 TKA-patienter som rapporterede henholdsvis moderat til svær smerte eller ingen smerte, 12 måneder efter TKA-operation. Til at måle PPT blev et algometer med  $1\text{cm}^2$  probe anvendt (Somedic, Sverige). I studiet blev det fundet at patienter med moderat til svær smerte havde reduceret PPT ved knæet.

Petersen et al., 2015 [13] har i et studie undersøgt korrelation mellem PPT, TSP og CPM i forhold til udvikling af kronisk smerte efter TKA-operation. Smerteintensiteten blev målt ved hjælp af VAS, og de tre parametre blev målt henholdsvis før operationen, 2 måneder efter operationen og 12 måneder efter operationen. Patienterne blev opdelt i en gruppe med lav smerte ( $\text{VAS} < 3$ ) ( $N=61$ ) og en gruppe med høj smerte ( $\text{VAS} \geq 3$ ) ( $N=17$ ). Inddelingen var baseret på smerten hos patienten 12 måneder efter TKA-operation. Petersen fandt at præoperativt PPT ikke kunne prædiktere smerte 12 måneder efter operationen.

Studiet fandt at TSP med 25.6 gram mekanisk stimulus på det afficerede knæ var relateret til smerte 12 måneder efter operationen. I studiet havde gruppen med høj smerte efter 12 måneder, også en højere smerteintensitet før operationen sammenlignet med gruppen med lav-intensitet smerte ( $P=0.009$ ) 12 måneder efter operationen ( $P < 0.001$ ). Studiet viste også at PPT-målingerne for lavsmerte gruppen blev normaliserede efter operation ( $P<0.05$ ). For gruppen med høj smerte efter 12 måneder var præoperativ TSP korreleret til smerte 12 måneder efter operationen ( $R=0.240$ ,  $P=0.037$ ). Studiet viste at der var en positiv korrelation mellem 12 måneders postoperativ smerte intensitet, preoperativt smerteintensitet ( $R=0.229$ ,  $P=0.045$ ) og præoperativ TSP ( $R=0.240$ ,  $P=0.037$ ). Ingen korrelation blev fundet mellem PPT og postoperativ smerte 12 måneder efter operationen. Derudover var der ikke en korrelation mellem CPM og post-operativ smerte 12 måneder efter operationen. [13]

Petersen et al., 2016 [14] har i et single center studie undersøgt post-operativ smertelindring 12 måneder efter TKA-operation. I studiet deltog 103 patienter. Patienterne blev profilerede og derefter opdelt i 4 undergrupper før TKA-operationen. Disse var henholdsvis a) Faciliteret TSP/nedsat CPM ( $N=16$ ), b) Faciliteret TSP/normal CPM ( $N=15$ ), c) Normal TSP/nedsat CPM ( $N=44$ ), d) Normal TSP/normal CPM. Der blev benyttet et computerstyret cuff-algometer og en elektronisk VAS-måleenhed. I studiet blev en række parametre målt; TSP, CPM, PDT, PTT og PPT.

Petersen et al., 2016 [14] fandt, at en lav PDT var associeret med en mindre postoperativ

smertelindring ( $R=-0.222$ ,  $P=0.034$ ). Derudover blev der fundet en sammenhæng mellem præoperativ smerte og postoperativ smertelindring ( $R=0.263$ ,  $P=0.080$ ). Hverken faciliteret TSP eller nedsat CPM alene, kunne påvise en signifikant sammenhæng i forhold til smerte 12 måneder efter TKA-operation. Studiet viste derudover, at gruppen med faciliteret TSP sammen med nedsat CPM (gruppe a) var den gruppe der oplevede mindst smertelindring. Disse resultater kan indikere, at gruppe a har mindre sandsynlighed for at opleve en smertelindring.

Det er vigtigt at påpege at dette studie er en eksplorativ undersøgelse, og dette indebærer også at der ikke blev udarbejdet en plan på forhånd, for hvorledes de statistiske udregninger skulle udføres. Derudover nævner forfatteren at studiet ikke var designet til at prædiktere, hvilke patienter der ville udvikle kroniske smerter. [14]

Wylde, 2016 har i et studie undersøgt sammenhængen mellem præ-operativ udbredt hyperalgesi og graden af radiografisk artrose, i forhold til smertegrad før en TKA og 12 måneder efter. I studiet deltog 241 TKA-patienter. Smerten blev vurderet ud fra WOMAC-skalaen. Den radiografiske artrose blev vurderet ud fra Kellgren og Lawrence skalaen, som vurderer sværhedsgraden fra 0-4, hvor 4 er sværest. Den udbredte hyperalgesi blev målt ved hjælp af algometer med  $1\text{cm}^2$  probe (Somedic, sverige) ved måling af PPT på underarmen. I studiet blev der fundet en signifikant korrelation mellem radiografisk artrosesværhedsgrad og postoperativ smerteintensitet. Derudover var højere PPT signifikant associeret med mindre præoperativ smerte.

### 3.5.2 Repeterbarhed for QST

I et studie af Graven-Nielsen et al., 2015 [32] er repeterbarheden for manuelt udførte PPT-undersøgelser blevet undersøgt. De 136 forsøgspersoner, der indgik i studiet, blev undersøgt ved brug af et trykalgometer fra Somedic. Forsøget blev udført på låret (quadriceps) og på overarmen (biceps brachii) i forsøgspersonernes dominante side. Studiet var struktureret i to sessioner med minimum en uges mellemrum. Forsøgets resultater viste, at inter-korrelationskoefficienten (ICC) mellem de målte data for de to sessioner var 0,89 for ben og 0,87 arme. Begge disse værdier er i studiet defineret som værende høje, da de overskrider den fastsatte tærskelværdi på 0,75. Analysen af resultaterne viste endvidere en bias både for ben og arme i form af en forskel mellem de beregnede middelværdier for de to sessioner. Det samme studie undersøgte repeterbarheden for PPT-undersøgelser udført med computerstyret cuff-algometri. Til denne undersøgelse blev et cuff-algometer fra Nocitech placeret henholdsvis omkring læggen og overarmen i den non-dominante side. Forsøgspersonerne skulle under forsøget kvantificere deres smerte ved hjælp af en elektronisk VAS-tabel. Når smerten blev uudholdelig skulle forsøgspersonerne selv trykke på en knap, der stoppede trykpåvirkningen i cuff-algometeret, hvorefter forsøget var afsluttet. Resultaterne viste en interkorrelationskoefficient på 0,79 for benet og 0,85 for armen, hvilket igen i dette studie er defineret som høje korrelationer. Ligesom for den manuelle PPT-undersøgelse viste dette forsøg en systemisk fejl mellem de to sessioner, men kun for målingerne på armen.

I et litteraturstudie af Kennedy et al., 2016 [36] blev repeterbarheden for CPM-undersøgelser på forskellige områder af kroppen analyseret. Analysen var baseret på 10 studier, hvoraf fem studier anvendte PPT som teststimuli. Typen af konditionerede stimuli varierede imellem de

fem studier. I et studie blev den opfølgende test lavet under samme session som den primære, imens der i tre andre studier blev udført en opfølgende test i løbet af to til ti dage. I det sidste studie blev der både foretaget en opfølgende test i samme session som den primære og yderligere en opfølgning tre dage senere. Kennedy et al., 2016 [36] opdelte studierne resultater i henholdsvis repeterbarhed for teststimuli og for konditioneret stimuli. Det fremgår, for forsøgene, hvor den opfølgende test er udført i samme session som den primære, at ICC ligger på 0,82-0,87 for teststimuli (PPT), hvilket overskrider grænsen for høj korrelation på 0,75. For studierne, der har afholdt to uafhængige sessioner ligger ICC i intervallet 0,65-0,79 og defineres derfor som værende god til høj. For de konditionerede stimuli, hvor den opfølgende test blev lavet i samme session som den primære, lå ICC på 0,60-0,94. For studierne, der udførte den opfølgende test i en separat session var ICC i intervallet 0,61-0,82.

Et studie af Imai et al., 2016 [37] undersøgte ligeledes, hvordan CPM-undersøgelser repeterbarhed påvirkes ved ændring af test- og konditionerede stimuli. I studiet indgik 26 raske mænd. Hver forsøgsperson gennemgik to identiske sessioner med højst 3 ugers mellemrum. Der blev anvendt fire forskellige typer teststimuli, hvoraf de to var baseret på tryk (manuel og cuff-almometri). Trykket blev påført med et alrometer fra Somedic og en cuff fra Nocitech. Både det håndholdte og cuff-almometeret var placeret på underbenet ved forsøgene. Den konditionerede stimuli blev påført kontralateralt for teststimuli og var udgjort af cold pressor threshold (CPT) og cuff-almometeret. I studiet er ICC-værdierne for forsøgene med trykbaseret teststimuli henholdsvis 0,49 og 0,44 for CPT, mens de for cuff-almometri er 0,04 og 0,53.

I studiet af Graven-Nielsen et al., 2015 [32] blev TSP undersøgt i forlængelse af de cuffbaserede tests af PPT og smertetolerance (PTT). Undersøgelsen foregik ved at cuff-almometeret blev pustet op til et tryk svarende til den fundne smertetolerance 10 gange af to sekunders varighed. Resultaterne for studiet viste en ICC på 0,60 for benet og 0,43 for armen.

Flere studier har undersøgt repeterbarheden for udførelsen af PPT- TSP- og CPM-undersøgelser. På baggrund af resultaterne kan det ses, at der generelt forekommer en høj ICC for PPT-undersøgelser baseret på de definerede tærskelværdier i de respektive studier. For CPM-undersøgelser forekommer der generelt en større variation i resultaterne. ICC-værdierne for TSP fundet af Graven-Nielsen et al., 2015 [32] er i intervallet middel til god, men dette resultat kan med fordel underbygges af flere studier.

Det er ligeledes væsentligt for vurderingen af den samlede behandling, hvilke tiltag der er mulige, og hvor stor effekten er af disse, hvis QST kan identificere patienter som har en forhøjet risiko for at udvikle kronisk smerte efter en TKA-operation.

## 3.6 Delkonklusion

Det er af væsentlig betydning at tage i betragtning, at de fundne studier har undersøgt virkningsgraden for QST under forskningsmæssige forhold. Flere af de undersøgte studier har vist, at der statistisk set er en sammenhæng mellem de undersøgte prædiktorer, og kronisk smerte efter TKA-operation. Det er dog karakteristisk for studierne, at der foreligger divergerende resultater, og at der generelt er en ringe korrelation mellem de undersøgte parametre og forekomst af kronisk smerte efter TKA-operation. Det har heller ikke været muligt, at opspore konkrete tal i forhold til specificitet og sensitivitet, i forhold til at kunne vurdere den kliniske effekt af QST, og dermed kunne vurdere det diagnostiske potentiale for teknologien. Dette skal betragtes i lyset af manglen på egentlige tærskelværdier for

hvornår man definerer en patient som en kronisk smerte patient, men også for hvorledes man definerer en patient til at have faciliteret TSP eller svækket CPM. Det giver også anledning til bekymring, i forhold til i hvor høj grad resultaterne kan overføres fra forskningsregi til daglig praksis. I denne analyse blev der generelt fundet en god repeterbarhed for måling af PPT. Resultaterne for TSP- og CPM-parametrene havde dog en højere grad af spredning i resultaterne. Det er dog essentielt at understrege, at QST i forhold til prædiktation af kronisk postoperativ smerte, er en teknologi der stadig er under afprøvning og udvikling, og de lovende indikationer som er vist i studierne skal replikeres for at kunne cementere den kliniske effektivitet af QST.

# Omkostninger og økonomisk evaluering (ECO)

4

*Her kommer et indledende kursiv afsnit.*

## 4.1 Formål

I økonomidomænet undersøges det hvilke økonomiske konsekvenser der vil opstå ved implementeringen af QST. Ved implementering af QST forventes det, at der vil være nyttilkomne omkostninger i forhold til indkøb, personel, drift og anlæg. Disse økonomiske omkostninger skal redegøres for, således disse kan danne grundlag for den finansielle beslutning om hvorvidt QST bør implementeres som supplement til klinikerens beslutning.

Herudover undersøges de økonomiske omkostninger ved QST i forhold til effekten. Udbyttet ved anvendelsen af QST sættes dermed op mod omkostningerne heraf. Denne sammenligning, bidrager til at danne grundlag for en vægtning af de økonomiske konsekvenser kontra effekt, ved implementering og brug af QST.

Ved implementering af QST vil der ske økonomiske ændringer, og dermed opstår der en problematik omhandlende ressourceudnyttelse. Hvortil den økonomiske byrde tilhører, afhænger af hvorvidt implementeringen foregår på regionalt eller nationalt plan. For at kunne vurdere den egentlige budgetpåvirkning er det nødvendigt at kende omfanget af omkostningerne relateret til implementeringen og brugen af QST.

## 4.2 HTA spørgsmål

*Teknologiens effekt i forhold til omkostninger:*

- Hvad indebærer omkostningerne kontra effekt ved indførelsen af QST?

*Ressourceudnyttelse*

- Hvordan vil implementeringen af teknologien påvirke regionens budget?

## 4.3 Metode

Vidensindsamlingen til besvarelse af det økonomiske domæne vil foregå ved at søge efter materiale igennem HTA/MTV agenturer, i relevante sundhedssystemer og sundhedsudbydere. Herunder databaser såsom Statistikbanken og Sundhedsdatastyrelsen. Hvilke databaser der undersøges er afhængig af, hvilke HTA-spørgsmål der ønskes besvaret. Ved en analyse af økonomiområdet benyttes tre typer af litteratur: review af publiceret økonomisk evidens, reviews af eksisterende økonomiske evalueringer og *de Novo* økonomiske evalueringer. For at udvælge de relevante analyser til økonomiområdet må det tages højde for tre faktorer; Meningen med den økonomiske evaluering, tilgængeligheden af brugbar data samt guidelines

for de enkelte økonomianalyser. For en evaluering af QST er det fundet relevant at benytte; Cost-Effectiveness analyse (CEA) samt Budget-Influence analyse (BIA). Disse danner grundlag for omkostningerne af QST målt i monetære enheder. Ligeledes kan disse økonomianalyser redegøre for tilbagebetalingstiden for hele implementeringen og dennes indvirkning på hospitalets budget. Når resultater fra de forskellige analyser forelægges må det siden hen vurderes transferabiliteten mellem afdelinger/regioner. Det vil ved en analyse af økonomiområder være nødvendigt at foretage antagelser og simplificeringer, såfremt der ikke foreligger præcise tal, der er nødvendige for den pågældende analyse. Antagelser lavet i forbindelse med analyserne vil blive udført på en sådan måde at de fremstår transparente for ikke at virke misvisende.

## 4.4 Teknologiens effekt ift omkostninger

*Her skal der være et kursivt indledende afsnit*

Til besvarelse af spørgsmålet omhandlende omkostningerne ved indførselen af teknologien, er en større mængde litteratur gennemgået, hvoraf den tilegnede viden ikke var tilstrækkelig. Dette kan være en indikation af den begrænsede benyttelse af QST vedrørende TKA, hvoraf der foreligger begrænsede økonomiske analyser. Der må derfor stilles yderligere uddybende spørgsmål for at danne grundlag for en estimeret udgift, ved implementering af QST. Til besvarelse heraf er producenter kontaktet, samt andet grå litteratur benyttet. Med dette forbehold må resultatet blive en estimeret omkostning.

Der opstilles derfor følgende uddybende spørgsmål som vil blive stillet til producenter af QST udstyr:

- Hvad er indkøbsprisen på QST-udstyr?
- Hvad kræver det at benytte QST-udstyr?
- Hvad er vedligeholdelses udgifter i forhold til QST-udstyr?

For at kunne lave et estimat for omkostningerne ved implementering af QST, er der blevet taget kontakt til henholdsvis Medoc, Somic og Nocitech, der er producenter af QST-udstyr. I den forbindelse er der indhentet indkøbspriser, driftsomkostninger, samt bruger specifikationer i forhold til hvad det kræves at benytte udstyret. Med etablering- og brugsomkostninger tilegnet, er det sammenholdt med patient-flow, muligt at estimere meromkostningen forbundet med implementering af QST.

### 4.4.1 Omkostninger for implementering af Nocitech

Ved Nocitech er der oplyst følgende priser, hvor fra der er lavet estimeringer i forhold til antallet af patienter der indstilles til TKA-operation. Priserne listet er for cuff-almometeret der måler stimulirespons ved følgende QST-parametre; PPT, PTT, TSP og CPM.

- Cuff-almometer: 125.000 DKK
- 2 stk. cuff i alt 1600 DKK (Levetid 200 målinger per cuff).
- Undersøgelses tid, ca. 15-20 min.
- Der skal påregnes en halv dag per person til oplæring.

Tal fra Odgaard and Hospital, 2016 [38] viser at antallet af primære TKA-operationer i Region Nordjylland ligger i omegnen af 500-600 alloplastikker årligt. Da der anvendes to

cuff's til QST-undersøgelse og hver cuff holder 200 målinger, og der tages udgangspunkt i 600 patienter årligt, vil det koste Region Nordjylland 4.800 DKK for indkøb af seks cuff's. Dette er foruden indkøbsprisen af apparaturet og ca. 58.500 DKK i lønomkostninger. Her regnes der med omkostninger til sygeplejerskelønninger på 292,21DKK pr time. [39] [40] Da der i Region Nordjylland laves TKA-operationer på flere afdelinger, kan implementeringsomkostningerne variere alt efter på hvor mange afdelinger QST skal implementeres på. Størstedelen af primære TKA-operationer udføres i henholdsvis Farsø og Frederikshavn, hvoraf de økonomiskeomkostninger er beregnet ud fra en implementering på disse to afdelinger. Den samlede udgift beløber sig på, 313.300DKK, hvilket inkluderer cuff-almetre, cuffs og lønninger på begge afdelinger. Dog er der ikke påregnet uddannelse af operatører eller mertid til lægefagligvurdering af selve QST-resultatet.

#### 4.4.2 Økonomisk påvirkning

Effekten af en implementering af QST som en screenings protokol skal opgøres i antallet af reducerede kroniske smerte patienter. I et præ-resultat af Blikman et al., 2016 [41] antages det at en 10 ugers præoperativ behandling med Duloxetin vil kunne nedsætte postoperative smerter. Studier har vist at Duloxetin har haft effekt på kroniske sygdomme heriblandt artrose, hvori central sensibilisering spiller en central rolle [41]. Resultatet af en screening med QST vil være en umiddelbar indstilling til TKA, eller en indstilling til behandling med henblik på desensibilisering. Efter medicinsk behandling er antagelsen, at smertelindringen efter TKA-operation vil være signifikant forbedret end hvis patienten havde været foruden behandling med Duloxetin. [41]

Med QST vil der ikke forekomme en besparelse på operationen, men i stedet vil det medføre en merudgift i form af præoperativ medicinsk behandling. Såfremt desensibiliseringen viser sig effektiv, vil en økonomiske besparelse være i form af et reduceret antal kroniske postoperative smerte patienter.

#### 4.4.3 Omkostninger ved kroniske smertepatienter

**Note til Pia:** Forklaringen af hvorfor man undersøger hvad omkostningerne ved kroniske smertepatienter blive beskrevet i et andet domæne. Det virker her lidt udenfor kontekst, da forklaringen ikke er beskrevet. Grundlæggende er det fordi: Hvis man bliver diagnosticeret som disponeret for kroniske postoperative smerter, så bliver man behandlet medicinsk, for at sænke sin TS og PPT og CPM. Når disse værdier er tilpasset normalen vil man opererer og heraf vil der være en meromkostning ift medicin, men i den lange ende mister man en kronisk smertepatient, hvilket er godt da disse er meget dyre.

Kroniske smerte patienter er en stor byrde for samfundet. Omkostninger indbefatter medicin, hospitalsydelser, yderligere operationer samt tabt arbejdsfortjeneste. I en undersøgelse fra USA estimeres patienter med reumatoid artrit til at koste mellem \$500 til \$35.400 med en gennemsnitligomkostning på 12.900 USD til 18.833 USD om året (1988-1997 USD). Operationskostningerne er ikke medregnet. [42] I Danmark er det estimeret at der hvert år tabes en million arbejdsdage som et resultat af kronisk smerte. [43] I 2003 til 2004 estimeres der i USA en økonomisk omkostning på \$7.1 milliarder, hvoraf 66% af disse var tilskønnet 38% af arbejderne med akut forværrelse af smerter. [44]

#### 4.4.4 Cost-effectiveness

Da der i følge kapitel 3 i litteraturen, ikke findes konkret evidens for sensitiviteten og specificiteten må der her laves antagelser for at kunne estimere cost-effekten af QST. For at stille et eksempel op antages to scenarier:

I første scenarie har QST en prædiktionsrate på 0,5, hvilket vil svare til at kaste en mønt om man vil blive klassificeret som disponeret for kroniske postoperative smerter eller ej. I det andet scenarie er prædiktionsraten perfekt på 1, hvilket svare til at alle patienter bliver klassificeret korrekt, hvilket vil resultere i den maksimale reduktion af kroniske postoperative smerte patienter.

Med udgangspunkt i tallene fra Region Nordjylland (RN) vil op mod 20% af de 600 årligt TKA-opererede være kroniske smerte patienter **Referer til indledning/prævalence**. Ved første scenarie vil det resultere i korrekt prædiktions af 60 kroniske postoperative smerte patienter, hvor 60 patienter som ville udvikle kroniske postoperative smerter ikke detekteres. I det andet senarie vil 120 patienter korrekt prædikteres som kroniske postoperative smerte patienter.

For at simplificere udregningen af omkostningerne, tages der i dette eksempel ikke højde for inflation og kursfluktuationer og beløbet konverteres derfor fra den oprindelige valuta til DKK med den gældende kurs den 18.11.2016. På baggrund af tal fra USA beløber besparelsen sig for de to senarier på henholdsvis 90.537DKK og 132.177DKK per patient. I første senarie vil der samfundsmæssigt årligt kunne opnås en besparelse på mellem 5.4 og 7.9 millioner DKK. I andet senarie vil besparelsen være det dobbelte, således mellem 10.8 og 15.8 millioner DKK. Da tallene her er baseret på flere udenomsomkostninger, må der tages forbehold for at pengene ikke vil være en reel besparelse for RN direkte, men dermed en besparelse på landsplan.

### 4.5 Ressourceudnyttelse

*Her kommer et indledende kursivt afsnit*

#### 4.5.1 Hvordan vil implementeringen af teknologien påvirke regionens budget?

I RN er budgettet for sundhedssektoren 11 milliarder DKK, hvilket udgør 90% af regionens samlede sundhedsbudget [45]. Der er ifølge Region Nordjylland, 2016 [45] afsat yderligere 70 millioner DKK, som regionsrådet kan disponere over, til nye initiativer og øvrige merudgifter. Herudover er der tilført 55 millioner DKK til nationalt at iværksætte nye initiativer. Der er således tilføjet yderligere 125 millioner DKK til i budgettet for 2017 [45].

Såfremt regionen ønsker at implementere QST på de relevante afdelinger vil den økonomiske konsekvens være afhængig af implementerings-, uddannelses- og brugsomkostningerne af det valgte udstyr, og implementeringens omfang vil påvirke regionens budget forskelligt. Overordnet vil den største udgift ikke ligge i implementeringen af udstyret, men derimod lønomsomkostninger til personalet. Foruden udgifter forbundet med udstyr vil der forekomme en øget udgift til den desensibiliserende medicinbehandling. Prisen på Duloxtin for behandlingsperioden på én uge med 30mg dagligt, syv uger med 60mg dagligt og nedtrapning to uger med 30mg dagligt, vil være mellem XXX og XXX DKK afhængigt af præcisionen **Indsæt priser fra Sten (og en kilde på dosseringen)**. Det vil derfor være op til RN,



at bestemme om den øgede udgift vil være fordelagtig i forhold til den besparelse man på længere sigt vil kunne opnå ved en reduktion af kroniske smertepatienter.

## 4.6 Delkonklusion

Da tallene er baseret på data fra USA kan det diskuteres hvorvidt priserne kan overføres direkte til Danmark, da de medicinale og samfundsmæssige strukturer ikke kan overføres direkte. Der er på nuværende tidspunkt begrænset informationer, som ikke er ældre end 2004, specifikt omhandlende de økonomiske udgifter forbundet med kroniske knæsmarter for europæere. Såfremt nyt information bliver tilgængeligt bør der laves nye antagelser i forhold til udgifter og omkostninger. Da denne økonomiske analyse baseres på den endnu ikke beviset antagelse: at Duloxetin har en positiv virkning på et TKA behandlingsforløb, bør en endelig beslutning afvente resultaterne af studiet og være betinget af dette. Såfremt den ønskede virkning opnås, vil der i regionen med en udgift per patient på 2600 til 5200DKK kunne opnås besparelser op imod 5.4 til 15.8 millioner DKK på lands basis. Det skal dog bemærkes at den virkelige besparelse formegentligt vil være mindre, da størstedelen af patientgruppen er på vej ud af arbejdsmarkedet [46]. Derved vil den økonomiske besparelse for samfundet vil være mindre, dog stadig en mindre udgift end til smertelindrende medicin.

# Litteratur

---

- [1] The Eunethhta Ja, European Union, and Health Programme. EUnetHTA Joint Action 2, Work Package 8. HTA Core Model ® version 3.0 (Pdf). 3.0:410, 2016.
- [2] David Yarnitsky. Quantitative Sensory Testing. *MUSCLE & NERVE*, 20(2):198–204, 1997. doi: 10.1002/(SICI)1097-4598(199702)20:2<198::AID-MUS10>3.0.CO;2-#. URL <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18808849>
- [3] David Yarnitsky and Michal Granot. *Handbook of Clinical Neurology, Chapter: Quantitative Sensory Testing*, volume 81. PAIN, 81 edition, 2006. ISBN 978-0-444-51901-6. doi: 10.1016/S0072-9752(06)80031-X. URL <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18808849>  
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S007297520680031X>.
- [4] Jørgen B. Dahl, Lars Arendt-Nielsen, and Troels Staehelin Jensen. *Smerter (Baggrund, Evidens, Behandling)*. 3 udgave edition, 2013. ISBN 9788777497032.
- [5] M. Mücke, H. Cuhls, L. Radbruch, R. Baron, C. Maier, T. Tölle, R. D. Treede, and R. Rolke. Quantitative sensorische Testung (QST). *Schmerz*, pages 1–8, 2016. ISSN 14322129. doi: 10.1007/s00482-015-0093-2.
- [6] R Zaslansky and D Yarnitsky. Clinical applications of quantitative sensory testing (QST). *Journal of Neurological Sciences*, 153(2):215–238, 1998. ISSN 0022-510X. doi: S0022-510X(97)00293-1[pil]. URL [http://ac.els-cdn.com/S0022510X97002931/1-s2.0-S0022510X97002931-main.pdf?\\_tid=fce4f862-65e3-11e6-9300-00000aabb0f6c&acdnat=1471594235\\_fce4f862-65e3-11e6-9300-00000aabb0f6c](http://ac.els-cdn.com/S0022510X97002931/1-s2.0-S0022510X97002931-main.pdf?_tid=fce4f862-65e3-11e6-9300-00000aabb0f6c&acdnat=1471594235_fce4f862-65e3-11e6-9300-00000aabb0f6c)
- [7] Lars Arendt-Nielsen and David Yarnitsky. Experimental and Clinical Applications of Quantitative Sensory Testing Applied to Skin, Muscles and Viscera. *Journal of Pain*, 10(6):556–572, 2009. ISSN 15265900. doi: 10.1016/j.jpain.2009.02.002. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2009.02.002>.
- [8] V. Wylde, S. Palmer, I. D. Learmonth, and P. Dieppe. The association between pre-operative pain sensitisation and chronic pain after knee replacement: An exploratory study. *Osteoarthritis and Cartilage*, 21(9):1253–1256, 2013. ISSN 10634584. doi: 10.1016/j.joca.2013.05.008. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2013.05.008>.
- [9] M Cornelius, J Walker, M Pejsa, M Hand, C Campbell, J Haythornthwaite, P Khanuja, R Sterling, M Smith, and R Edwards. Pre-surgical Quantitative Sensory Testing predicts persistent postoperative pain in total knee replacement patients. *Journal of Pain*, 16(4 SUPPL. 1):S26, 2015. ISSN 1526-5900. doi: 10.1016/j.jpain.2015.01.116. URL Available from Elsevier in <http://linker.worldcat.org/?rft.institution=&id=129788&spage=S26&pkgName=ckjournalathens&issn=1526-5900&linkclass=to-article&jKey=>

- 15265900{&}issue=4+SUPPL.+1{&}provider=elsevier{&}date=2015-04{&}aulast=Cornelius+M.{&}atitle=Pre-surgical+Qu.
- [10] H N Mjöbo, A. Rudin, P R Nielsen, and M U Werner. Postoperative pain prediction: A systematic review of preoperative experimental pain studies. *Pain Practice*, 9(6): 148–149, 2009. ISSN 1530-7085. URL [http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord{&}from=export{&}id=L70207406\\$\delimiter"026E30F\\$nhhttp://dx.doi.org/10.1111/j.1533-2500.2009.00267.x\\$\delimiter"026E30F\\$nhhttp://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=EMBASE{&}issn=15307085{&}id=doi:10.1111/j.1533-2500.2009.00267.x{&}atitle=Postoperative+](http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord{&}from=export{&}id=L70207406$\delimiter)
- [11] A. K. Suokas, D. A. Walsh, D. F. McWilliams, L. Condon, B. Moreton, V. Wylde, L. Arendt-Nielsen, and W. Zhang. Quantitative sensory testing in painful osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 20(10):1075–1085, 2012. ISSN 10634584. doi: 10.1016/j.joca.2012.06.009. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2012.06.009>.
- [12] Lars Arendt-Nielsen, Søren T. Skou, Thomas A. Nielsen, and Kristian K. Petersen. Altered Central Sensitization and Pain Modulation in the CNS in Chronic Joint Pain. *Current Osteoporosis Reports*, 13(4):225–234, 2015. ISSN 15442241. doi: 10.1007/s11914-015-0276-x.
- [13] Kristian Kjær Petersen, Lars Arendt-Nielsen, Ole Simonsen, Oliver Wilder-Smith, and Mogens Berg Laursen. Presurgical assessment of temporal summation of pain predicts the development of chronic postoperative pain 12 months after total knee replacement. *Pain*, 156(1):55–61, 2015. ISSN 18726623. doi: 10.1016/j.pain.0000000000000022.
- [14] Kristian Kjær Petersen, Thomas Graven-Nielsen, Ole Simonsen, Mogens Berg Laursen, and Lars Arendt-Nielsen. Preoperative pain mechanisms assessed by cuff algometry are associated with chronic postoperative pain relief after total knee replacement. *Pain*, 157(7):1400–1406, 2016. ISSN 0304-3959. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000531. URL <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage{&}an=00006396-9000000000-99581>.
- [15] Vikki Wylde, Adrian Sayers, Erik Lenguerrand, Rachael Gooberman-Hill, Mark Pyke, Andrew D Beswick, Paul Dieppe, and Ashley W Blom. Preoperative widespread pain sensitization and chronic pain after hip and knee replacement: a cohort analysis. *Pain*, 156(1):47–54, 2015. ISSN 1872-6623. doi: 10.1016/j.pain.0000000000000002. URL <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4280282{&}tool=pmcentrez{&}rendertype=abstract>.
- [16] V. Wylde, A. Sayers, A. Odutola, R. Gooberman-Hill, P. Dieppe, and A.W. Blom. Central sensitization as a determinant of patients’ benefit from total hip and knee replacement. *European Journal of Pain*, pages 1–9, 2016. ISSN 10903801. doi: 10.1002/ejp.929. URL <http://doi.wiley.com/10.1002/ejp.929>.
- [17] Miquel Porta. *A Dictionary of Epidemiology*. Oxford University Press, 5 edition, 2008. URL <http://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780195314496.001.0001/acref-9780195314496-e-212>.

- [18] Dyck PJ, Kennedy WR, Kesserwani H, Melanson M, Ochoa J, Shy M, Stevens JC, Suarez GA, and O'Brien PC. Limitations of quantitative sensory testing when patients are biased toward a bad outcome. *Neurology*, 50(5), 1998. doi: 10.1212/WNL.50.5.1213.
- [19] Anders Troelsen, Henrik Schrøder, and Henrik Husted. Opinions among Danish knee surgeons about indications to perform total knee replacement showed considerable variation. *Danish Medical Journal*, 59(8), 2012. ISSN 22451919. doi: A4490[pil].
- [20] Søren T. Skou, Ewa M. Roos, Mogens B. Laursen, Michael S. Rathleff, Lars Arendt-Nielsen, Ole Simonsen, and Sten Rasmussen. Criteria used when deciding on eligibility for total knee arthroplasty - Between thinking and doing. *Knee*, 23(2): 300–305, 2016. ISSN 18735800. doi: 10.1016/j.knee.2015.08.012. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.knee.2015.08.012>.
- [21] Helen O Leary, Keith M Smart, Niamh A Moloney, and Catherine M Doody. Nervous System Sensitization as a Predictor of Outcome in the Treatment of Peripheral Musculoskeletal Conditions : A Systematic Review. *Pain Practice*, (August), 2016. ISSN 1533-2500. doi: 10.1111/papr.12484.
- [22] S. Grønmo. Kvalitative og kvantitative metoder I. (1):85–91, 2012.
- [23] World Medical Association;. WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, (June 1964):1–8, 2013. ISSN 0019-5847. URL <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>.
- [24] Sundhedsstyrelsen. Nationale Kliniske Retningslinjer. pages 1–2, 2016. URL <https://sundhedsstyrelsen.dk/da/sundhed/kvalitet-og-retningslinjer/{~}/media/382DCD3C38B54200823EB20DFF6DBD0D.ashx>.
- [25] Sundhedsstyrelsen. Kommissorium for udarbejdelse af nationale kliniske retningslinjer. (4):1–4, 2012. URL <https://sundhedsstyrelsen.dk/da/sundhed/kvalitet-og-retningslinjer/{~}/media/EA5CFD60216C4DAA9102C21DF6C121D1.ashx>.
- [26] Aisling Ní Annaidh, Karine Bruyère, Michel Destrade, Michael D. Gilchrist, and Mélanie Otténio. Characterization of the anisotropic mechanical properties of excised human skin. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 5(1):139–148, 2012. ISSN 17516161. doi: 10.1016/j.jmbbm.2011.08.016. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2011.08.016>.
- [27] Jorma Jussila, Ari Leppäniemi, Mikael Paronen, and Erkki Kulomäki. Ballistic skin simulant. *Forensic Science International*, 150(1):63–71, 2005. ISSN 03790738. doi: 10.1016/j.forsciint.2004.06.039.
- [28] J E Sanders, B S Goldstein, and D F Leotta. Skin response to mechanical stress: adaptation rather than breakdown—a review of the literature. *Journal of rehabilitation research and development*, 32(3):214–226, 1995. ISSN 0748-7711.

- [29] T. Graven-Nielsen, M. Izumi, K. K. Petersen, and L. Arendt-Nielsen. European Journal of Pain USER-INDEPENDENT ASSESSMENT OF CONDITIONING PAIN MODULATION BY. *EJP*, pages 1–10, 2016. ISSN 10903801. doi: 10.1002/ejp.958.
- [30] R. Rolke, W. Magerl, K. Andrews Campbell, C. Schalber, S. Caspari, F. Birklein, and R. D. Treede. Quantitative sensory testing: A comprehensive protocol for clinical trials. *European Journal of Pain*, 10(1):77–88, 2006. ISSN 10903801. doi: 10.1016/j.ejpain.2005.02.003.
- [31] M E Shy, E M Frohman, Y T So, J C Arezzo, D R Cornblath, M J Giuliani, J C Kincaid, J L Ochoa, G J Parry, and L H Weimer. Quantitative sensory testing: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 60(6):898–904, 2003. ISSN 1526-632X. doi: 10.1212/01.WNL.0000058546.16985.11. URL <http://www.neurology.org/content/60/6/898.full.pdf>.
- [32] Thomas Graven-Nielsen, Henrik Bjarke Vaegter, Sara Finocchietti, Gitte Handberg, and Lars Arendt-Nielsen. Assessment of musculoskeletal pain sensitivity and temporal summation by cuff pressure algometry: a reliability study. *Pain*, 156(11):2193–2202, 2015. ISSN 1872-6623 (Electronic). doi: 10.1097/j.pain.0000000000000294.
- [33] Troels Haxholdt Lunn, Henrik Husted, Mogens Berg Laursen, Lars Tambour Hansen, and Henrik Kehlet. Analgesic and sedative effects of perioperative gabapentin in total knee arthroplasty A randomized, double-blind, placebo-controlled, dose-finding study. *Pain*, 156:1, 2015. ISSN 0304-3959. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000309. URL <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage{&}an=00006396-900000000-99759>.
- [34] Asokumar Buvanendran, Jeffrey S. Kroin, Craig J. Della Valle, Maruti Kari, Mario Moric, and Kenneth J. Tuman. Perioperative oral pregabalin reduces chronic pain after total knee arthroplasty: A prospective, randomized, controlled trial. *Anesthesia and Analgesia*, 110(1):199–207, 2010. ISSN 00032999. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181c4273a.
- [35] Vikki Wylde. CORR Insights: Abnormal Quantitative Sensory Testing is Associated With Persistent Pain One Year After TKA. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 473(1):255–257, 2015. ISSN 15281132. doi: 10.1007/s11999-014-4023-x.
- [36] Donna L. Kennedy, Harriet I. Kemp, Deborah Ridout, David Yarnitsky, and Andrew SC Rice. Reliability of Conditioned Pain Modulation. *Pain*, 157:1, 2016. ISSN 0304-3959. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000689. URL <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage{&}an=00006396-900000000-99437>.
- [37] Y. Imai, K. K. Petersen, C. D. Mørch, and L. Arendt Nielsen. Comparing test–retest reliability and magnitude of conditioned pain modulation using different combinations of test and conditioning stimuli. *Somatosensory & Motor Research*, 0(0):1–9, 2016. ISSN 0899-0220. doi: 10.1080/08990220.2016.1229178. URL <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08990220.2016.1229178>.

- [38] Anders Odgaard and Gentofte Hospital. Dansk Knæalloplastikregister, Årsrapport 2016. 2016.
- [39] DST.dk. URL  
<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/SelectVarVal/saveselections.asp>.
- [40] DTS.dk. URL  
<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/SelectVarVal/saveselections.asp>.
- [41] T Blikman, W Rienstra, T M van Raaij, A J Ten Hagen, B Dijkstra, W P Zijlstra, S K Bulstra, I van den Akker-Scheek, and M Stevens. Duloxetine in OsteoArthritis (DOA) study: study protocol of a pragmatic open-label randomised controlled trial assessing the effect of preoperative pain treatment on postoperative outcome after total hip or knee arthroplasty. *BMJ open*, 6(3):e010343, 2016. ISSN 2044-6055 (Electronic). doi: 10.1136/bmjopen-2015-010343.
- [42] D C Turk. Clinical effectiveness and cost-effectiveness of treatments for patients with chronic pain. *Clin J Pain*, 18(6):355–365, 2002. ISSN 0749-8047 (Print) 0749-8047 (Linking). doi: 10.1097/00002508-200211000-00003. URL  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve{&}db=PubMed{&}dopt=Citation{&}list{\\_}uids=12441829](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve{&}db=PubMed{&}dopt=Citation{&}list{_}uids=12441829).
- [43] Jørgen Eriksen, Per Sjøgren, Eduardo Bruera, Ola Ekholm, and Niels K. Rasmussen. Critical issues on opioids in chronic non-cancer pain: An epidemiological study. *Pain*, 125(1-2):172–179, 2006. ISSN 03043959. doi: 10.1016/j.pain.2006.06.009.
- [44] Ceri J Phillips. The Cost and Burden of Chronic Pain. *Reviews in pain*, 3(1):2–5, 2009. ISSN 2049-4637. doi: 10.1177/204946370900300102. URL  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26526940>~~\$\delimiter"026E30F\$~~<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4590036>.
- [45] Region Nordjylland. Budgetaftale 2017 -. 2016.
- [46] Teresa Holmberg, Mikala Josefine Poulsen, and Michael Davidsen. *Muskel- og skeletlidelser i Danmark. Nøgletal 2015*. 2015. ISBN 9788778993038. URL  
[http://www.si-folkesundhed.dk/upload/rapport{\\_}n{T1\oe}gletal{\\_}gigtforeningen{\\_}november.pdf](http://www.si-folkesundhed.dk/upload/rapport{_}n{T1\oe}gletal{_}gigtforeningen{_}november.pdf).