

## ESTUDOS CLÍNICOS

# Efeito dos estressores emocionais nos índices de condutância cutânea no pós-operatório: estudo piloto de coorte prospectivo<sup>☆</sup>



Semih Gungor<sup>a</sup>, Hanne Storm<sup>b,\*</sup>, James J. Bae<sup>c</sup>, Valeria Rotundo<sup>c</sup> e Paul J. Christos<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Hospital for Special Surgery, Department of Anesthesiology, Critical Care and Pain Management, New York, NY, USA; Weill Cornell Medicine, Department of Anesthesiology, New York, USA

<sup>b</sup> University of Oslo, Oslo University Hospital, Skills Training Centre, Oslo, Norway

<sup>c</sup> Hospital for Special Surgery, Research Division, Department of Anesthesiology, Critical Care and Pain Management, New York, USA

<sup>d</sup> Weill Cornell Medicine, Department of Healthcare Policy and Research, New York, USA

Recebido em 9 de junho de 2019; aceito em 14 de abril de 2020

Disponível na Internet em 7 de julho de 2020

### PALAVRAS-CHAVE

Estressores emocionais;  
Tarefa intelectual;  
Dor pós-operatória;  
Condutância da pele

### Resumo

**Justificativa:** A variação da condutância da pele reflete a atividade do sistema nervoso simpático e é usada para avaliar dor aguda. Este estudo piloto examinou as correlações entre a variação da condutância da pele e estressores emocionais no pós-operatório.

**Método:** A correlação entre a variação da condutância da pele e dor, ansiedade, náusea e desempenho de tarefa intelectual foi analisada em pacientes no pós-operatório.

**Resultados:** Correlações significantes foram observadas entre ansiedade e dor durante atividade física nos dias 1 e 2 pós-operatórios. Não foram encontradas correlações significantes entre a variação da condutância da pele e dor leve, náusea, ansiedade ou desempenho de tarefa intelectual.

**Conclusão:** Este estudo piloto sugere que, quando a dor é bem controlada no pós-operatório inicial, o monitoramento empregando a variação da condutância da pele pode não ser influenciado por outros estressores emocionais.

© 2020 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

<sup>☆</sup> Institution: Department of Anesthesiology, Hospital for Special Surgery, New York, USA.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [hanne.storm@medisin.uio.no](mailto:hanne.storm@medisin.uio.no) (H. Storm).

**KEYWORDS**

Emotional stressors;  
Intellectual task;  
Postoperative pain;  
Skin conductance

## The effect of emotional stressors on postoperative skin conductance indices: a prospective cohort pilot study

**Abstract**

**Background:** Skin conductance response reflects the activity of the sympathetic nervous system and is used to measure acute pain. This pilot study examines correlations of skin conductance response with emotional stressors postoperatively.

**Methods:** The correlation of skin conductance response with pain, anxiety, nausea and intellectual task performance was analyzed in postoperative patients.

**Results:** Significant correlations were observed between anxiety and pain during physical activity on both postoperative day 1 and 2. No significant correlations were found between skin conductance response versus mild pain, nausea, anxiety or intellectual task performance.

**Conclusion:** This pilot study suggests that when the pain is well-controlled in the early postoperative period, skin conductance response monitoring may not be influenced by other emotional stressors.

© 2020 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Justificativa**

A avaliação e o tratamento precoces da dor são aceitos como padrões obrigatórios para o atendimento adequado do paciente.<sup>1</sup> Essa recomendação, embora tenha aprimorado o manejo da dor e a satisfação do paciente, também aumentou a incidência dos efeitos colaterais dos opioides, que incluem a depressão respiratória com desfechos letais.<sup>2</sup> Várias ferramentas de avaliação da dor, como a escala de avaliação numérica (EAN), foram desenvolvidas e validadas.<sup>3</sup> O padrão-ouro de avaliação é a dor auto-referida, embora possa ser influenciada por ansiedade, nível de escolaridade, situação de trabalho, idade e sexo.<sup>4</sup> A EAN é descrita como mais aplicável clinicamente do que a escala analógica visual (0-100 mm), especificamente em idosos e em pacientes em uso de opioides.<sup>3</sup> As atuais ferramentas de avaliação que empregam a dor auto-referida não podem ser usadas efetivamente em certas populações de pacientes incapazes de relatar a dor, como pacientes com comprometimento cognitivo, pacientes sedados e crianças. Nesse grupo de pacientes, existe o risco de tratamento insuficiente ou excessivo da dor, o que, por sua vez, pode levar a desfechos negativos. Quando os pacientes não conseguem relatar a dor, são utilizados parâmetros observacionais e fisiológicos. Desta maneira, um monitor que avaliasse objetivamente a dor seria clinicamente valioso. Um monitor ideal deve ser não invasivo, oferecer leitura rápida do parâmetro de forma contínua (em tempo real), sensível e específico para avaliar a dor.

A atividade simpática modifica os valores da condutância da pele, que podem ser medidos por monitor não invasivo. O Algesímetro de Condutância da Pele (ACP) mede a atividade simpática na pele através da Variação da Condutância da Pele (VCP) na palma da mão.<sup>5</sup> Quando a inervação simpática cutânea é estimulada, as glândulas sudoríparas palmares e plantares se enchem de suor. Devido aos eletrólitos presentes no suor, a resistência da pele diminui e a condutância da pele aumenta. Quando o suor é reabsorvido das glândulas sudoríparas, o processo reverte-se e causa a diminuição

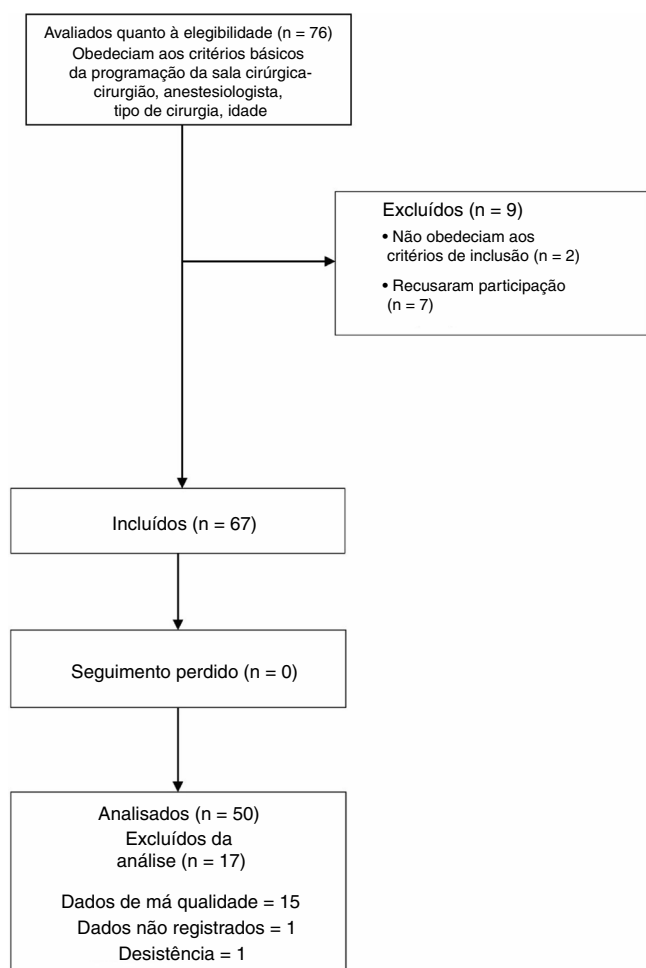
da condutância da pele.<sup>5</sup> A VCP pode ser monitorada pelo ACP e a resposta está diretamente ligada à atividade da inervação simpática cutânea.<sup>5</sup> O valor da VCP é a medida da frequência com que os nervos simpáticos da pele respondem a estímulos. O valor da VCP aumenta durante estímulos emocionalmente estressantes, como dor moderada – grave,<sup>6-9</sup> e é diferente do observado na ausência de dor ou na dor de intensidade de leve.

O objetivo principal do presente estudo foi examinar a correlação entre a avaliação da dor usando a VCP e os Escores Numéricos (EAN) de dor aguda no pós-operatório. Nosso objetivo secundário foi avaliar a correlação entre VCP e outros estressores emocionais no período pós-operatório. A influência desses fatores nos índices de condutância da pele no pós-operatório é bastante desconhecida. Nossa hipótese foi de que a VCP não apresentaria uma correlação positiva significativa com estressores emocionais além da dor, aumentando assim a especificidade da VCP como monitor fisiológico viável para a avaliação da dor moderada a intensa no pós-operatório.

**Método****Participantes**

Dos 76 pacientes a serem submetidos à Artroplastia Total do Quadril (ATQ) ou Artroplastia Total do Joelho (ATJ), com idade de 18–85 anos e que preencheram os critérios básicos de inclusão do estudo, 67 foram considerados elegíveis. Dos 67 pacientes, 17 foram excluídos da análise. O fluxograma STROBE dos participantes é apresentado na [figura 1](#), indicando o recrutamento de indivíduos. Os 50 pacientes restantes submetidos a procedimentos de ATQ ou ATJ foram incluídos. O número ClinicalTrials.gov do estudo é NCT02408263. Os dados foram coletados de 1 de Novembro de 2010 a 27 de Julho de 2011.

Os critérios de inclusão foram pacientes com idade entre 18 -85 anos, agendados para cirurgia unilateral primária de



**Figura 1** Diagrama de fluxo STROBE de recrutamento dos pacientes.

ATQ ou ATJ e capazes de fornecer consentimento informado por escrito para participar do estudo.

Os critérios de exclusão foram procedimentos bilaterais, dificuldade na comunicação do paciente, diagnóstico de disautonomia, disfunção simpática (por exemplo, doença de Raynaud), distúrbios da transpiração, impossibilidade de aplicar eletrodos de contato para avaliação da condutância da pele na área rotineiramente empregada para medição da condutância da pele, presença de marca-passo ou cardioversor-desfibrilador automático, neuropatia autonômica, antecedentes pessoais de reação de contato a fitas adesivas, uso crônico de opioides, definido por uso de opióides de ação prolongada por mais de 6 meses e uso de agentes anticolinérgicos.

As informações perioperatórias foram coletadas por revisão retrospectiva de prontuários. Foram incluídos dados demográficos, idade, sexo, raça, Índice de Massa Corporal (IMC), comorbidades, classificação ASA, procedimento cirúrgico e técnica anestésica.

### Manejo perioperatório na instituição do estudo

O manejo da dor perioperatória no Hospital for Special Surgery seguiu os procedimentos padrão de atendimento

para pacientes submetidos à ATQ e ATJ.<sup>10</sup> Esses grupos de pacientes normalmente recebem Anestesia Peridural Controlada pelo Paciente (PCEA) para analgesia pós-operatória, empregando-se solução contendo bupivacaína a 0,06% e hidromorfona 10 mg.mL<sup>-1</sup>, após a anestesia combinada raquidiana-peridural. Os pacientes foram avaliados duas vezes ao dia pelo Serviço de Dor Aguda. Os pacientes normalmente iniciavam analgésicos orais assim que tolerassem medicamentos orais e, de acordo com o protocolo, a PCEA era interrompida após 24 horas nos pacientes submetidos à ATQ e 36 horas nos submetidos à ATJ. No pós-operatório, os pacientes de ATQ/ATJ seguem protocolos clínicos multidisciplinares. Os pacientes de ATQ iniciam a fisioterapia na tarde da cirurgia ou na manhã do primeiro dia pós-operatório (DPO1). O protocolo clínico para pacientes de ATJ inclui movimento passivo contínuo. Os dois protocolos clínicos visam deambulação duas vezes por dia no DPO1, seguida por atividade progressivamente maior. Prevê-se que a Atividade Física (AF) e o movimento passivo contínuo sejam dolorosos no DPO1 e no segundo dia pós-operatório (DPO2).

### Monitor ACP para medida da VCP – descrição do equipamento

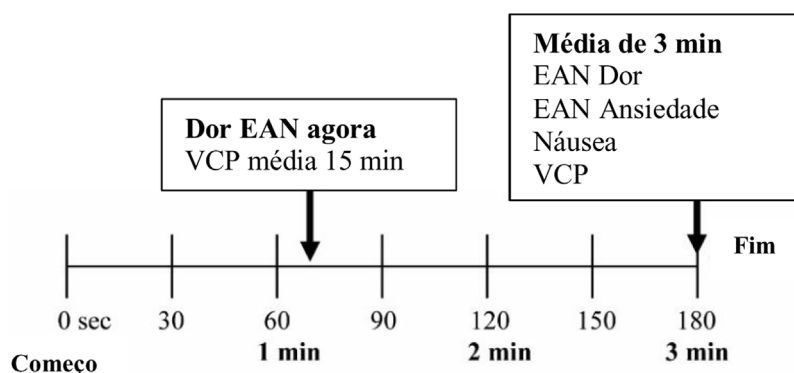
O ACP é um monitor da *Med-Storm Innovation* versão 2005 que mede principalmente em tempo real as variações na condutância da pele para avaliar a dor no paciente. As medições são feitas através de três eletrodos autoadesivos não invasivos, denominados c (Corrente), R (Referência) e M (Medição) fixados no lado palmar ou plantar da pele.<sup>11,12</sup> A resposta de condutância da pele é definida pelo valor mínimo e máximo de condutância medidos em micro Siemens ( $\mu$ S). A partir da resposta da condutância da pele, a VCP pode ser calculada em tempo real e usada para avaliação de dor, tipicamente através da análise de intervalos de tempo contínuos de 15 segundos, e atualizada a cada segundo.<sup>12</sup>

A unidade de medição do monitor emprega os eletrodos C e R em uma configuração *feedback* para aplicar uma tensão alternada exata e constante entre os eletrodos R e M. A corrente de retorno a partir do eletrodo M é registrada, já que o seu valor fornece informação direta sobre a condutância da pele. O sinal de corrente alternada gravado é submetido a um processo de filtragem complexo que remove o ruído e a interferência antes que o sinal seja enviado à tela do computador.<sup>11,12</sup>

O sistema pode medir valores de condutância na faixa de 1–200  $\mu$ S, com um nível de ruído abaixo de 0,002  $\mu$ S. A unidade de medição também possui detecção de erro que fornece alarme para eventos tais como eletrodo solto, interferência externa ou uso de eletrocoagulação.<sup>11,12</sup> O limiar para registros de VCP neste estudo foi de 0,005  $\mu$ S, de acordo com os valores predefinidos do monitor.

### Eletrodos utilizados para o monitor ACP

São usados eletrodos contendo AgCl e a área de medição sob o eletrodo M é crítica, porque a VCP reflete o número de glândulas sudoríparas abaixo do eletrodo. A densidade das glândulas sudoríparas nas superfícies palmar da mão e plantar do pé é constante,<sup>1,13</sup> portanto, o ponto onde



**Figura 2** Procedimento para avaliar Variação da Condutância da Pele (VCP), náusea, Escala de Avaliação Numérica (EAN) de ansiedade e de dor antes, durante e/ou após a atividade física; fisioterapia e movimento passivo contínuo, bem como durante tarefa intelectual no primeiro Dia do Pós-Operatório (DPO1).

os eletrodos são colocados nessas áreas não é crítico. O eletrodo M é adaptado para os índices no monitor ACP.<sup>11,12</sup>

### Escala de avaliação numérica de dor e ansiedade (EAN)

A EAN foi utilizada para avaliar dor e ansiedade (0 = sem dor ou ansiedade; 10 = pior dor ou ansiedade possível).<sup>3,14,15</sup>

### Avaliação de náusea

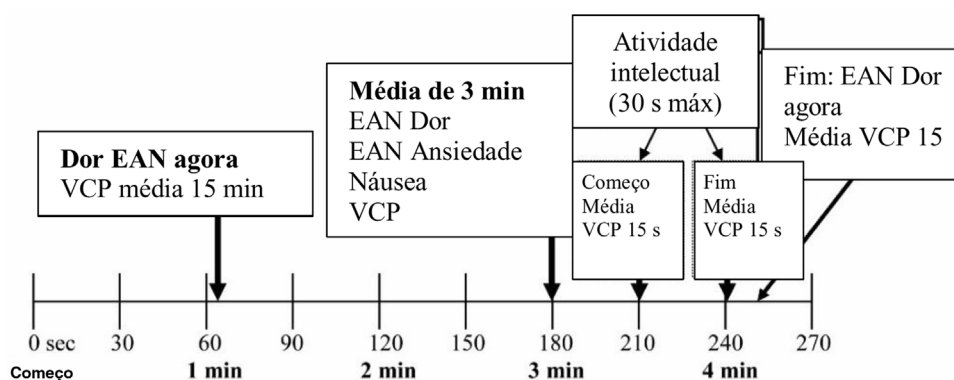
A náusea foi auto-avaliada pelos pacientes, empregando a seguinte escala numérica de náusea: 0 = sem náusea; 1 = leve; 2 = moderada; 3 = grave. O assistente de pesquisa também avaliou a náusea com um resultado "sim" ou "não" com base em sua observação.

### Avaliação da tarefa intelectual

A tarefa intelectual foi avaliada com base no desempenho dos pacientes ao subtrair 7 de 100 sucessivamente por 30 segundos.<sup>16</sup>

### Desenho do estudo

Nos dois grupos de pacientes submetidos a ATQ e ATJ, realizou-se a leitura dos valores de base dos parâmetros por aproximadamente 3 minutos na manhã do DPO1 antes da AF (linha de base). Além disso, foram realizadas leituras com duração de aproximadamente 3 minutos, durante AF no DPO1 e no DPO2, para dor, ansiedade, náusea e VCP. Optou-se por realizar as leituras durante a AF, pois se esperava que a atividade física aumentasse a dor no pós-operatório. O aumento da dor durante a AF pode influenciar ansiedade, náusea e VCP no pós-operatório e, assim, ajudar a excluir os pacientes com dor moderada a grave. Os pacientes sem dor ou com dor leve seriam adequados<sup>12</sup> para o estudo dos estressores emocionais na ausência de dor moderada a grave. Após a AF, nos DPO1 e DPO2, um período de 30 segundos de tarefa intelectual foi realizado para estudar como influenciaria a VCP. Os aumentos do início ao término da tarefa intelectual foram avaliados de acordo com a VCP (15 segundos). Finalmente, a dor no momento e a VCP em tempo real (15 segundos) foram estudadas na linha de base, durante e após a AF, tanto no DPO1 (fig. 2), quanto no DPO2 (fig. 3).



**Figura 3** Procedimento para avaliar Variação da Condutância da Pele (VCP), náusea, Escala de Avaliação Numérica (EAN) de ansiedade e de dor antes, durante e/ou após a atividade física; fisioterapia e movimento passivo contínuo, bem como durante tarefa intelectual no segundo Dia do Pós-Operatório (DPO2).

Os pacientes receberam analgesia peridural que estabeleceu o bloqueio simpático nas extremidades inferiores e as medições com o monitor ACP foram realizadas na superfície palmar da mão. Assim, a sensibilidade nos dermatômos foi testada em todos os pacientes para descartar a influência do bloqueio simpático causado pela analgesia peridural nas medidas do monitor ACP realizadas nas mãos. Existem publicações testando a reposta dolorosa à picada de agulha que indicaram que o nível de bloqueio simpático se instala, em média, dois níveis da coluna vertebral acima do nível de analgesia sensorial somática.<sup>17,18</sup>

## Análise estatística

Vários estudos relataram aumento estatisticamente significativo da atividade de condutância da pele (avaliada pela VCP) durante eventos dolorosos.<sup>8,9,11,15,19-23</sup> Nesses estudos, o número de pacientes incluídos para obter alterações estatisticamente significantes foi entre 20 e 75. Portanto, estimamos que uma amostra com 50 pacientes seria suficiente para estudar como a VCP se correlaciona com dor, ansiedade, tarefa intelectual e náusea. Sessenta e sete pacientes foram incluídos e 17 foram excluídos da análise. Os 50 pacientes restantes a serem submetidos a procedimentos de Artroplastia Total do Quadril (ATQ) ou do Joelho (ATJ) foram incluídos. Foi realizada uma análise exploratória dos 50 pacientes.

Para estudar as diferenças possíveis entre ATQ e ATJ, usamos o teste U de Mann-Whitney para a comparação entre os níveis médios de 180 segundos para dor, ansiedade, náusea e VCP na linha de base com os valores obtidos durante a AF no DPO1 e DPO2. Utilizamos o teste de Friedman para comparações múltiplas para estudar as diferenças entre os resultados da linha de base, e após a AF no DPO1 e DPO2 para os valores médios de 180 segundos. A Variação da Condutância da Pele (VCP) foi analisada pelo teste de Friedman do início (15 segundos) ao final (15 segundos) da tarefa intelectual em DPO1 e DPO2 em todos os pacientes. A análise de correlação de Spearman foi usada nos valores médios de 180 segundos para determinar a influência da ansiedade na dor ou VCP durante a AF no DPO1 e DPO2 para todos os pacientes. A análise de correlação de Spearman foi usada nesses valores médios de 180 segundos para correlacionar VCP com náusea durante a AF no DPO1 e DPO2 para todos os pacientes, bem como para as correlações momentâneas entre VCP e dor durante e após as atividades. Por se tratar de estudo exploratório, a correção para análises múltiplas não se justificava e  $p < 0,01$  foi aceito como estatisticamente significativo. As estatísticas foram realizadas com SPSS statistics 25.

**Tabela 1** Dados demográficos dos pacientes, classificação do estado físico da Sociedade Americana dos Anestesiologistas (ASA), Índice de Massa Corporal (IMC), procedimento cirúrgico e técnica anestésica

Característica	Total
Sexo, M/F (%)	52/48
Idade (média ± DP)	64,1 ± 8,7
IMC, kg.m <sup>-2</sup> (média ± DP)	30 ± 6
Raça, caucasiana/outra (%)	94/6
Classificação ASA (média ± DP)	2,2 ± 0,5
Procedimento (%)	
Artroplastia total do quadril	48
Artroplastia total do joelho	52
Técnica de anestesia (%)	
Geral	0
Regional (espinal-epidural combinada)	100

## Resultados

Foram incluídos 50 pacientes no estudo. O fluxograma STROBE dos participantes é apresentado na [figura 1](#), indicando o recrutamento de indivíduos. Os dados demográficos dos pacientes são descritos para os diferentes grupos na [tabela 1](#).

Não houve diferenças entre ATQ e ATJ quanto a dor, ansiedade, náusea e VCP durante a AF (valores médios por 180 segundos). O EAN aumentou com a AF da linha de base no DPO1 e DPO2 (média ± DP) 2,0 (2,2) para 2,7 (2,4) e 2,9 (2,0) ( $p < 0,0001$ ) (valores médios por 180 segundos), o que corresponde à dor leve ([tabela 2](#)). VCP, ansiedade e náusea não aumentaram durante a AF (valores médios por 180 segundos) ([tabela 2](#)). Os níveis de VCP foram de 0,08 (0,12) e 0,11 (0,12) durante a AF (valores médios por 180 segundos), o que corresponde a dor leve de acordo com o Índice ACP<sup>9,10,24</sup> ([tabela 2](#)).

A VCP não aumentou significativamente durante a tarefa intelectual em DPO1 e DPO2 ([tabela 3](#)). Os níveis médios de VCP durante a tarefa intelectual alcançaram 0,18 e 0,22, o que corresponde a dor leve a moderada, de acordo com o índice ACP ([tabela 3](#)).

Ansiedade *versus* dor correlacionou-se com AF no DPO1 ( $p = 0,51$ ;  $p < 0,0001$ ), em oposição a ansiedade *versus* VCP (valores médios no intervalo de 180 segundos), que não apresentou correlação significativa ([tabela 4](#)). Não foi encontrada correlação significativa entre dor e VCP, nem náusea e VCP (valores médios no intervalo de 180 segundos) ([tabela 4](#)).

Quando a relação entre dor momentânea e VCP em tempo real (valor médio de 15 segundos) foi estudada na linha

**Tabela 2** Os valores de base da Variação de Condutância da Pele (VCP), dor (Escala de Avaliação Numérica – EAN), ansiedade (EAN) e náusea foram comparados com os valores durante Atividade Física (AF) no DPO1 e DPO2. Os valores são expressos como média ± DP

	Valor de base (180s)	DPO1 durante AF (180s)	DPO2 durante AF (180s)	valor de p
VCP	0,13 ± 0,15	0,08 ± 0,12	0,11 ± 0,12	0,062
Dor (EAN)	2,0 ± 2,2	2,7 ± 2,4	2,9 ± 2,0	< 0,0001
Ansiedade (EAN)	1,0 ± 2,2	0,92 ± 1,7	1,25 ± 2,2	0,990
Náusea	0,16 ± 0,51	0,20 ± 0,6	0,16 ± 0,51	0,607

**Tabela 3** As Variações da Condutância Cutânea (VCP) foram comparadas do princípio ao fim da Tarefa Intelectual (TI) nos DPO1 e DPO2 nos pacientes submetidos a ATJ e ATQ combinados. Os valores são expressos como média  $\pm$  DP

	Início da TI (15s)	Fim da TI (15s)	Valor de $\rho$
VCP, DPO 1	0,15 $\pm$ 0,15	0,18 $\pm$ 0,17	0,189
VCP, DPO 2	0,17 $\pm$ 0,17	0,22 $\pm$ 0,19	0,073

**Tabela 4** Correlações de ansiedade, dor, náusea e Variações da Condutância da Pele (VCP) durante a Atividade Física (AF) nos DPO1 e DPO2 nos pacientes submetidos a ATJ e ATQ. Os níveis de ansiedade foram correlacionados com a dor usando a Escala de Classificação Numérica (EAN) para ambas as modalidades. VCP correlacionou-se com dor, ansiedade e náusea. Os Intervalos de Confiança de 95% são apresentados para correlações estatisticamente significantes e são indicados com as letras sobrescritas <sup>a,b</sup>

ATQ e ATJ (n = 50) valores médios (180s) durante AF	Valor de $\rho$	Valor de p
<b>DPO1</b>		
Ansiedade vs. Dor	0,51 <sup>a</sup>	< 0,0001
Ansiedade vs. VCP	0,26	0,065
Dor vs. VCP	0,27	0,118
Náusea vs. VCP	0,19	0,544
<b>DPO2</b>		
Ansiedade vs. Dor	0,32 <sup>b</sup>	0,022
Ansiedade vs. VCP	0,10	0,650
Dor vs. VCP	0,18	0,093
Náusea vs. VCP	0,18	0,320

<sup>a</sup> 95% IC: 0,28 – 0,70

<sup>b</sup> 95% IC: 0,05 – 0,61; valor de  $\rho$ , coeficiente de correlação.

de base, e durante e após a AF, não foram encontradas correlações significantes (tabela 5).

## Discussão

A EAN e a VCP mostraram dor leve, e a VCP não se correlacionou com o EAN. A VCP não foi influenciada pelo desempenho na tarefa intelectual. Não houve correlação entre VCP e ansiedade, nem entre VCP e náusea. A EAN durante a

atividade física apresentou valores médios de 2,7–2,9; e a VCP apresentou valores médios de 0,08–0,11, os quais correspondem a dor leve de acordo com o Índice ACP.<sup>8,9,11</sup> Os valores médios da VCP durante o desempenho da tarefa intelectual de 0,18–0,22 situaram-se na faixa de dor leve a moderada, de acordo com o Índice ACP, que baseia-se na VCP.<sup>8,9,11</sup> O desempenho da tarefa intelectual foi estudado após a AF, que, prevíamos, fosse causar dor. Existe a possibilidade de que a dor associada à AF tenha se estendido para o período de medição da tarefa intelectual. Houve correlação entre a dor descrita e o nível de ansiedade, semelhante ao observado em estudos anteriores.<sup>4,15</sup>

Estudos clínicos e em animais mostraram que a dor aguda causa aumento da atividade simpática da pele.<sup>6-9,11,15,19-21</sup> Diversos estudos em adultos e crianças monitoraram a VCP com o objetivo de avaliar os níveis de dor.<sup>6-9,11,15,19-21</sup> Resultados semelhantes foram obtidos em crianças e adultos no pós-operatório, observando-se sensibilidade de 90% em revelar dor de intensidade moderada a grave, caso fosse utilizado um valor de corte de VCP igual a 0,20.<sup>8,9,21</sup> A especificidade para descobrir dor de intensidade moderada a grave foi de cerca de 70% para adultos e 64% para crianças no pós-operatório, quando se empregou intervalo de análise predefinido de 15 segundos.<sup>8,9,21</sup> Durante a anestesia, quando foi utilizado escore de estresse cirúrgico, a especificidade para avaliar estímulos dolorosos aumentou para 86%,<sup>23</sup> indicando que pacientes sob sedação mais profunda tem maior especificidade para estímulos dolorosos em comparação com pacientes sedados mais superficialmente.

A variação na condutância da pele é evidente 1 a 2 segundos após o estímulo.<sup>11</sup> Como a acetilcolina atua nos receptores muscarínicos, uma vantagem da VCP sobre os parâmetros hemodinâmicos, como a pressão arterial e a frequência cardíaca, é que a VCP não é influenciada por alterações no fluxo sanguíneo periférico, uso de medicamentos vasoativos como epinefrina ou beta-bloqueadores, hipóxia, ritmo respiratório ou temperatura ambiente (18°

**Tabela 5** Valores médios ( $\pm$ DP) e correlações de dor momentânea, Escala de Avaliação Numérica (EAN) e Variações da Condutância da Pele (VCP) em tempo real (intervalo de análise de 15 segundos) durante e após Atividade Física (AF), no DPO1 e DPO2, nos pacientes submetidos a ATJ e ATQ

	Dor (EAN) (15s)	VCP (15s)	Valor de $\rho$	Valor de p
<b>Valor de base</b>	2,1 $\pm$ 2,3	0,09 $\pm$ 0,11	0,19	0,19
<b>DPO1</b>				
Durante AF	3,1 $\pm$ 2,4	0,06 $\pm$ 0,11	0,25	0,078
Após AF	2,6 $\pm$ 2,3	0,08 $\pm$ 0,08	0,14	0,331
<b>DPO2</b>				
Durante AF	3,2 $\pm$ 2,2	0,09 $\pm$ 0,10	-0,05	0,743
Após AF	2,6 $\pm$ 2,1	0,10 $\pm$ 0,08	-0,14	0,321

valor de  $\rho$ , coeficiente de correlação.

- 42 °C).<sup>25</sup> Estudos apontaram a VCP como um parâmetro útil para a avaliação objetiva da dor pós-operatória aguda<sup>8,9,11,15,21</sup> e para avaliar a dor em pacientes na UTI.<sup>19,20</sup> Além da dor, há evidência de que a VCP pode ser influenciada por outros fatores que induzem estresse emocional como ansiedade, desempenho de tarefas intelectuais<sup>26</sup> e náusea. Em crianças<sup>21</sup> e adultos,<sup>15</sup> a ansiedade não influenciou a VCP. Ao se empregar a VCP no período perioperatório, é importante examinar como outros estressores emocionais, além da dor, influenciam o índice. Este estudo mostrou que o desempenho de tarefas intelectuais, náusea e ansiedade não influenciam a VCP no pós-operatório. Um estudo prévio<sup>26</sup> mostrou que a tarefa intelectual pode influenciar a VCP. Naquele estudo, o desempenho da tarefa intelectual teve maior duração e não foi testado no pós-operatório. O grau de dor relatado pode ser aumentado pelo alto nível de ansiedade.<sup>4,15</sup> Esse conceito foi confirmado no presente estudo ao observarmos a correlação positiva entre ansiedade e dor relatada. A ansiedade relacionada à dor está associada à expectativa aumentada quanto ao grau de intensidade de uma nova experiência dolorosa.<sup>27</sup> Pode-se especular que a redução nos níveis de ansiedade dos pacientes também reduziria o nível de dor relatada.

A justificativa para a seleção de dois tipos diferentes de pacientes cirúrgicos foi ter duas populações de pacientes com níveis relativamente distintos de dor pós-operatória. Nossa experiência é que, em geral, os pacientes de ATJ relatam níveis mais altos de dor, precisam de mais analgésicos e precisam de analgesia pós-operatória mais prolongada, em comparação aos pacientes de ATQ. Curiosamente, os dois grupos de pacientes relataram níveis semelhantes de dor (ausência de dor a dor leve), VCP, ansiedade e náusea durante as medições.

Utilizamos a medida da VCP na extremidade superior, já que os pacientes receberam analgesia peridural no pós-operatório empregando anestésico local em dose baixa. A analgesia peridural era iniciada após o término do efeito anestésico da anestesia combinada raquidiana-peridural. Pode haver uma preocupação teórica de que a analgesia neuroaxial lombar possa ter afetado as medidas de VCP na mão. Em outro estudo, a medida da VCP na mão foi abolida quando os pacientes foram submetidos a bloqueio espinhal.<sup>28</sup> Em nosso estudo, as medidas foram obtidas no DPO1 durante o uso de analgesia peridural em baixa dose e após a completa reversão dos efeitos da raquianestesia. A dispersão da anestesia peridural é observada em vários dermatômos quando comparada à raquianestesia. Portanto, prevíamos a dispersão das drogas por vários dermatômos craniais e caudais ao sítio de instalação do cateter peridural nos níveis lombares inferiores (faixa L3 - S1 em nosso estudo). Isso contrasta com a raquianestesia, que pode atingir ampla dispersão de dermatômos, pelo fato de o medicamento ser injetado no líquido cefalorraquidiano. Observamos também, no mesmo estudo, que é significativamente mais difícil bloquear respostas simpáticas do que bloquear respostas sensoriais e motoras na anestesia neuroaxial. Houve apenas a abolição parcial da VCP no pé após a anestesia raquidiana, e a atividade simpática retornou antes da observação da regressão da analgesia ou do bloqueio motor. Além disso, o intervalo de bloqueio simpático foi muito menor que a analgesia e o bloqueio motor.<sup>28</sup> Outro estudo piloto demonstrou que a

variação da condutância da pele é mantida em níveis de dermatômo significativamente mais baixos do que os níveis bloqueados durante raquianestesia profunda.<sup>29</sup> Em nosso estudo, o nível de sensação nos dermatômos foi testado em todos os pacientes bilateralmente por aplicação de picada de agulha e frio para determinar a extensão da dispersão cranial do bloqueio sensorial, e o nível sensorial documentado mais alto foi T8. O nível simpático é geralmente dois a três dermatômos mais alto do que o nível sensorial. Portanto, embora exista a possibilidade de abolição da VCP na mão, acreditamos que em nosso estudo, esse efeito foi ínfimo.

Neste estudo, a atividade física pode ter aumentado os níveis de dor, mas os níveis relatados de dor ainda foram baixos, devido à adequada analgesia pós-operatória. Como o grau de dor foi leve e inferior ao previsto, a sensibilidade e a especificidade para dor de grau moderado a intenso não foram calculadas.

Algumas limitações estavam presentes no nosso estudo. Não foi possível mostrar nenhuma correlação entre os valores de VCP e os escores de dor pós-operatória quando os níveis de dor reportados foram leves. Houve vários estudos que relataram correlações entre os escores de dor e a VCP em cenários de dor moderada e intensa. Nossos resultados poderiam ser diferentes se os pacientes do presente estudo tivessem relatado grau de dor mais alto. Este é um estudo exploratório, e os resultados devem ser interpretados levando em consideração esse fato. Outra limitação é que este estudo não analisou a quantidade de analgesia administrada aos diferentes grupos de pacientes, o que poderia explicar por que a dor relatada foi semelhante nos dois grupos de pacientes. Os pacientes receberam PCEA, o que poderia levar a variações nos níveis de analgesia e, assim, alterar as respostas ao estímulo doloroso.

## Conclusões

Não foi encontrada correlação entre a avaliação da dor, através da VCP e EAN, com os valores de corte utilizados neste estudo piloto exploratório. Este estudo piloto sugere que, quando a dor é bem controlada no pós-operatório inicial, o monitoramento por VCP pode não ser influenciado por outros estressores emocionais, como desempenho de tarefa intelectual, ansiedade ou náusea. Mais estudos são necessários para determinar se a VCP pode ser um monitor fisiológico viável para a avaliação da dor aguda pós-operatória, bem como para determinar os valores de corte que melhor podem prever sensibilidade e especificidade.

## Contribuição dos autores

Hanne Storm tem um potencial conflito de interesse por ser a proprietária, CEO e acionista da Med-Storm Innovation AS e por ter contribuído para o desenvolvimento do monitor de condutância de pele utilizado no estudo. Medi-A Storm Innovation AS possui patentes no monitor de condutância de pele usado neste estudo para medir o nível de dor e sedação. A Med-Storm Innovation forneceu o monitor de condutância de pele (MEDSTORM AS 2005) para este estudo. Os outros autores não relatam conflitos de interesses.

## Suporte financeiro

Paul Christos foi parcialmente subsidiado pelo seguinte financiamento (UL1-TR000457-06) concedido pelo *Clinical and Translational Science Center – Weill Cornell Medical College*.

O estudo foi financiado pelo Hospital for Special Surgery, Department of Anesthesiology, Research and Education Fund.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética (IRB) do Hospital for Special Surgery.

## Conflitos de interesse

Hanne Storm tem um potencial conflito de interesse como sócia, CEO e acionista da Med-Storm Innovation AS e contribuiu para o desenvolvimento do monitor de condutância da pele usado no estudo. A Med-Storm Innovation AS tem patentes no equipamento de condutância da pele usado neste estudo para a medição da dor e nível de sedação. A Med-Storm Innovation forneceu o dispositivo de condutância da pele (MED-STORM AS 2005) para este estudo. Os outros autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

- Vila H Jr, Smith RA, Augustyniak MJ, et al. The efficacy and safety of pain management before and after implementation of hospital-wide pain management standards: is patient safety compromised by treatment based solely on numerical pain ratings? *Anesth Analg*. 2005;101:474–80, table of contents.
- Overdyk F, Carter R, Maddox R. New JCAHO pain standard bigger threat to patient safety than envisioned. *Anesth Analg*. 2006;102:1596, author reply 1596–1597.
- Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, Jensen MP. Validity of four pain intensity rating scales. *Pain*. 2011;152:2399–404.
- Liden Y, Landgren O, Arner S, et al. Procedure-related pain among adult patients with hematologic malignancies. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2009;53:354–63.
- Kunimoto M, Kirno K, Elam M, et al. Neuroeffector characteristics of sweat glands in the human hand activated by regular neural stimuli. *J Physiol*. 1991;442:391–411.
- Burton AR, Birznieks I, Bolton PS, et al. Effects of deep and superficial experimentally induced acute pain on muscle sympathetic nerve activity in human subjects. *J Physiol*. 2009;587:183–93.
- Dube AA, Duquette M, Roy M, et al. Brain activity associated with the electrodermal reactivity to acute heat pain. *NeuroImage*. 2009;45:169–80.
- Ledowski T, Bromilow J, Paech MJ, et al. Monitoring of skin conductance to assess postoperative pain intensity. *Br J Anaesth*. 2006;97:862–5.
- Ledowski T, Bromilow J, Wu J, et al. The assessment of postoperative pain by monitoring skin conductance: results of a prospective study. *Anaesthesia*. 2007;62:989–93.
- Liu SS, Bae JJ, Bieltz M, Wukovits B, Ma Y. A prospective survey of patient-controlled epidural analgesia with bupivacaine and clonidine after total hip replacement: a pre-and postchange comparison with bupivacaine and hydromorphone in 1,000 patients. *Anesth Analg*. 2011;113:1213–7.
- Storm H. Changes in skin conductance as a tool to monitor nociceptive stimulation and pain. *Curr Opin Anesthesiol*. 2008;21:796–804.
- Krenk L, Jennum P, Kehlet H. Activity, sleep and cognition after fast-track hip or knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2013;28:1265–9.
- Storm H, Fremming A, Odegaard S, et al. The development of a software program for analyzing spontaneous and externally elicited skin conductance changes in infants and adults. *Clin Neurophysiol*. 2000;111:1889–98.
- Storm H, Gunther A, Sackey PV, et al. Measuring pain-Physiological and self-rated measurements in relation to pain stimulation and anxiety. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2019;63:668–75.
- Hansen JO, Storm H, Boglino-Horlin A, et al. Skin conductance as a pain assessment tool during chest tube removal: an observational study. *Eur J Pain*. 2017;21:987–96.
- Bristow T, Jih CS, Slabich A, et al. Standardization and adult norms for the sequential subtracting tasks of serial 3's and 7's. *Appl Neuropsychol Adult*. 2016;23:372–8.
- Greene NM. Area of differential block in spinal anesthesia with hyperbaric tetracaine. *Anesthesiology*. 1958;19:45–50.
- Butterworth J. Physiology of spinal anesthesia: what are the implications for management? *Reg Anesth Pain Med*. 1998;23:370–3, discussion 384–377.
- Gjerstad AC, Wagner K, Henrichsen T, et al. Skin conductance versus the modified COMFORT sedation score as a measure of discomfort in artificially ventilated children. *Pediatrics*. 2008;122:e848–53.
- Gunther AC, Bottai M, Schandl AR, Storm H, Rossi P, Sackey PV. Palmar skin conductance variability and the relation to stimulation, pain and the motor activity assessment scale in intensive care unit patients. *Critical care (London, England)*. 2013;17:R51.
- Hullett B, Chambers N, Preuss J, Zamudio I, Lange J, Pascoe E, et al. Monitoring electrical skin conductance: a tool for the assessment of postoperative pain in children? *Anesthesiology*. 2009;111:513–7.
- Aslanidis T, Grosomanidis V, Karakoulas K, Chatzizotiriou A. Electrodermal Activity Monitoring during Endotracheal Suction in Sedated Adult Intensive Care Unit Patients. *Folia Med*. 2018;60:92–101.
- Storm H, Myre K, Rostrup M, Stokland O, Lien MD, Raeder JC. Skin conductance correlates with perioperative stress. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2002;46:887–95.
- Ellis RA. Eccrine Sweat Glands: Electron Microscopy Cytochemistry and Anatomy. In: Achten G, Brody I, Braun-Falco O, Cramer HJ, Dotzauer G, Eberhartinger C, et al, editors. *Normale und Pathologische Anatomie der Haut I*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1968. p. 224–66.
- Bini G, Hagbarth KE, Hynninen P, Wallin BG. Thermoregulatory and rhythm-generating mechanisms governing the sudomotor and vasoconstrictor outflow in human cutaneous nerves. *J Physiol*. 1980;306:537–52.
- Patterson JC, 2nd, Ungerleider LG, Bandettini PA. Task-independent functional brain activity correlation with skin conductance changes: an fMRI study. *NeuroImage*. 2002;17:1797–806.
- McCracken LM, Gross RT, Sorg PJ, Edmands TA. Prediction of pain in patients with chronic low back pain: effects of inaccurate prediction and pain-related anxiety. *Behav Res Ther*. 1993;31:647–52.
- Bengtsson M, Lofstrom JB, Malmqvist LA. Skin conductance responses during spinal analgesia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 1985;29:67–71.
- Lofstrom JB, Malmqvist LA, Bengtsson M. Can the "sympatho-galvanic reflex" (skin conductance response) be used to evaluate the extent of sympathetic block in spinal analgesia? *Acta Anaesthesiol Scand*. 1984;28:578–82.