Dafne Braga Diamante Leiderman

**MOBILIZAÇÃO DO BRAÇO PROVOCA DEFORMIDADES EM
CATETERES TOTALMENTE IMPLANTÁVEIS**

Tese apresentada à Faculdade Israelita de
Ciências da Saúde Albert Einstein para
obtenção do Título de Doutora em Ciências
da Saúde.

São Paulo

2021

Dafne Braga Diamante Leiderman

**MOBILIZAÇÃO DO BRAÇO PROVOCA DEFORMIDADES EM
CATETERES TOTALMENTE IMPLANTÁVEIS**

Tese apresentada à Faculdade Israelita de
Ciências da Saúde Albert Einstein para
obtenção do Título de Doutora em Ciências
da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Wolosker

São Paulo

2021

Leiderman, Dafne Braga Diamante

Mobilização do braço provoca deformidades em cateteres totalmente implantáveis / Dafne Braga Diamante Leiderman. -- São Paulo, 2021.
xiii, 39 f., il.

Tese (Doutorado) – Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein. Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.

Título em inglês: *Arm mobilization provokes severe deformities in totally implantable catheters.*

1. Cateteres. 2. Dispositivos de acesso vascular. 3. Atividade motora. 4. Exercício físico.

Elaborada pelo Sistema Einstein Integrado de Bibliotecas

FACULDADE ISRAELITA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE ALBERT EINSTEIN

Coordenador do Curso de Pós-Graduação: Prof. Dr. Luiz Vicente Rizzo

Dafne Braga Diamante Leiderman

**MOBILIZAÇÃO DO BRAÇO PROVOCA DEFORMIDADES EM
CATETERES TOTALMENTE IMPLANTÁVEIS**

Presidente da banca: Prof. Dr. Nelson Wolosker

BANCA EXAMINADORA

Membros titulares:

Prof. Dr. Antonio Eduardo Zerati

Prof. Dr. Oscar Fernando Pavão dos Santos

Dra. Grace Carvajal Mulatti Dela Vega

Membros suplentes:

Prof. Dr. Alexandre Fioranelli

Dr. Sergio Kuzniec

Aprovada em: 22/06/2021.

Dedicatória

Ao meu pai, Dr. Israel Leiderman, a inspiração que me motiva em todas as fases da minha vida, inclusive a dar mais esse passo em minha carreira. Desde a infância, o assistindo estudar para se desenvolver cada vez mais, preparar aulas e escrever capítulos de livros, que lhe proporcionaram destaque e respeito em sua especialidade e uma nítida realização pessoal ao pegar na mão o fruto dessa dedicação. O seu esforço para que eu me tornasse médica pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo é como um filme que não canso de assistir. Todo o seu apoio e ajuda no direcionamento de minha carreira me fizeram chegar aqui com orgulho de minha trajetória. Você não mede esforços para me proporcionar todos os recursos para crescer, e nunca medirei esforços para te orgulhar.

À minha mãe, Dra. Maria Luiza Braga Leiderman, pelo amor incondicional pela nossa família. Meu exemplo de cuidado com o próximo, carinho, dedicação e doação diária em busca da felicidade de todos a sua volta. Será sempre uma inspiração para mim como médica, mulher, esposa, filha e, futuramente, como mãe. O apoio que me dá diariamente na vida pessoal e nas escolhas profissionais foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu marido, Felipe Boiarski, que além do amor e carinho diários, me abençoa com uma parceria surpreendente e um suporte profissional diário. Com quem posso desabafar as minhas angústias e planejar estratégias para trilhar o nosso caminho de sucesso. Homem extremamente inteligente e competente, que despertou em mim o empreendedorismo e a liderança. Te amo muito e agradeço a paciência.

À minha irmã, Dânae, por despertar em mim a vontade de superação diária e trilhar um caminho de sucesso na Medicina para você se orgulhar e se inspirar na sua irmã mais velha. Amo você e sempre terá o meu apoio na vida pessoal e profissional.

Ao meu tio Zelmo, (*in memoriam*), que sempre esteve presente em cada conquista minha e tão cedo partiu, perdendo esse capítulo importante da minha vida. Nunca esquecerei a impotência que senti, como médica, ao te ver partir. Dor sem igual.

À minha família, vó Elza, tios e primos, que sempre entenderam a minha ausência, meu cansaço e estresse. É um orgulho ser procurada como a médica da família. Não medirei esforços para cuidar de todos.

Aos colegas de faculdade, em especial a Turma 95, pela convivência. É um orgulho ser filha de Arnaldo. E aos colegas de residência de cirurgia geral e cirurgia vascular, pelas dificuldades superadas e conquistas realizadas em conjunto.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Nelson Wolosker, Professor da Disciplina de Cirurgia Vascular da Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein e Livre Docente da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pelos valiosos ensinamentos. Te conhecer como cirurgião vascular da minha mãe no 4º ano da faculdade foi o presente que a vida me deu, tornou-se uma inspiração profissional e um amigo com quem tive longas conversas de orientação em diversas fases da minha carreira. Seus ensinamentos vão além da brilhante técnica cirúrgica e referência na pesquisa científica. A nossa convivência aguçou minha independência, senso crítico e comprometimento com entregas de qualidade. Minha eterna gratidão pelas imensas oportunidades oferecidas, por me orientar nessa tese de doutorado.

Ao Prof. Dr. Antonio Zerati, Professor Livre Docente da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, por ter me iniciado na carreira científica que agora chega a mais uma etapa. Seus ensinamentos se estendem ao exemplo de gentileza, paciência, liderança e carreira, além da lindíssima técnica cirúrgica.

Aos professores do departamento de Cirurgia Vascular do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pelos imensuráveis ensinamentos dentro da nossa especialidade. Agradeço pela oportunidade de conviver e operar com vocês, grandes nomes da Cirurgia Vascular. A peculiaridade e brilhantismo de cada um estão guardados no meu coração, o carinho por vocês é imenso.

Ao Dr. Sérgio Kuzniec, pelos ensinamentos técnicos e também de vida, com seu jeito espetacular de enxergar cada acontecimento como oportunidade a ser valorizada, e gentileza ao passar seus conhecimentos. Obrigada pela confiança no meu trabalho.

À Dra. Cynthia Mendes, por me inspirar com a sua história profissional. A sua dedicação e brilhantismo conferem todo o merecimento das suas conquistas. Ser parte da sua equipe é um prazer e orgulho profissional para mim, que eu possa te acompanhar em toda sua trajetória.

Ao Dr. Marcelo Teivelis pelo apoio e convivência diária no *fellow* de pesquisa, dividir o campo cirúrgico comigo na minha preceptoria, por todos os *brain storms*, trabalhos em conjunto e toda inspiração de postura, como médico e cientista.

A todos os membros das bancas de qualificação e defesa dessa tese, por aceitarem abrilhantar esse trabalho e me prestigiarem nessa importante fase da minha carreira, Dr. Oscar Pavão, Prof. Dr. Antonio Zerati, Dr. Guilherme Yazbek, Dr. Ariê Carneiro, Dra. Grace Mullati, Dra. Ana Paula Strazzi, Prof. Dr. Alexandre Fioranelli, Dr. Sergio Kuzniec.

Ao Dr. Kauê Polizel, na época residente participante desse projeto de pesquisa, à Dra. Carolina Brito, que me sucedeu na preceptoría da residência de Cirurgia Vascular do Hospital Israelita Albert Einstein, e ao aluno de iniciação científica Carlos Eduardo Binatti pela ajuda na coleta de dados, discussões e escrita do trabalho tema dessa tese.

Aos residentes do programa de Cirurgia Vascular do Hospital Israelita Albert Einstein, pela oportunidade de participar da formação de vocês, aprendo a cada discussão e cirurgia em conjunto.

Ao estatístico Rogério, pelas reuniões sempre bem humoradas e tabelas perfeitamente formatadas para esse e todos os meus outros trabalhos científicos.

Ao Departamento de Pós-Graduação do Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein, por toda estrutura, seriedade e disponibilidade durante todo o curso do meu doutoramento.

Aos pacientes, pela oportunidade de cuidar de vocês e por aceitarem participar desse e outros projetos científicos que engrandeceram a medicina baseada em evidências.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

Leonardo da Vinci

Sumário

Dedicatória	v
Agradecimentos.....	vii
Lista de figuras	xi
Resumo	xii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos.....	2
2 MÉTODOS	3
3 RESULTADOS	16
4 DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÕES	28
6 APRESENTAÇÃO DO ARTIGO	29
7 MÉTRICAS	30
7.1 Métricas do periódico	30
7.1.1 Fator de impacto.....	30
7.2 Métricas do artigo	30
7.2.1 Citações.....	30
7.2.2 Altimetria	31
7.3 Métricas da autora	31
7.3.1 Redes científicas	31
7.3.2 Trabalhos publicados.....	31
7.3.3 Mediana do fator de impacto dos trabalhos publicados.....	33
7.3.4 Citações recebidas	34
7.3.5 H-Index e M-quociente	34
8 REFERÊNCIAS	37
Abstract	

Lista de figuras

Figura 1. Posição de repouso com o braço em posição anatômica.....	4
Figura 2. Posição de braço em máxima abdução lateral	5
Figura 3. Posição do braço em máxima elevação frontal	5
Figura 4. Posição do braço em máxima adução sobre o peito	6
Figura 5. Caso exemplo do nosso banco de dados utilizado para o estudo	7
Figura 6. Demonstração do deslocamento da ponta do cateter venoso central totalmente implantável.....	8
Figura 7. Exemplo de análise de deslocamento do reservatório causado pela mobilização do braço.....	9
Figura 8. Segmentos de estudo do cateter totalmente implantável	10
Figura 9. Exemplos de deformidades de diferentes pacientes	11
Figura 10. Imagens de um mesmo paciente.....	12
Figura 11. Exemplos de deformidades maiores ampliadas	13
Figura 12. Caso de exemplo de um paciente e as imagens com o braço em repouso, máxima abdução, máxima elevação e máxima adução	20
Figura 13. Caso de exemplo de um paciente sem deformidades observadas nas imagens com o braço em repouso, máxima abdução, máxima elevação e máxima adução.....	21

Resumo

Introdução: A incidência de fratura de cateter totalmente implantável varia de 0,48 a 5%, e é uma complicação potencialmente fatal. O mecanismo de fratura de cateteres totalmente implantáveis via veia jugular interna não é claro na literatura. Não há estudos que esclarecem se os movimentos extremos do braço representam um fator de risco adicional para o estresse repetitivo do material e sua consequente fratura.

Objetivos: Demonstrar e classificar as deformidades do cateter causadas pela mobilização extrema do braço, características que possam influenciar na ocorrência das deformidades maiores e associações com alterações na função e deslocamento do cateter.

Métodos: Analisamos as imagens de fluoroscopia de 60 pacientes consecutivos submetidos a colocação de cateteres totalmente implantáveis via veia jugular. Três imagens foram obtidas: braço ipsilateral ao cateter em abdução máxima, em elevação frontal máxima e em adução máxima. As imagens foram comparadas a uma imagem do braço em repouso (posição anatômica). Analisamos e classificamos as deformidades dividindo o cateter em três regiões: A) conexão entre cateter e reservatório; B) o túnel subcutâneo do cateter; e C) a entrada do cateter na veia jugular. As deformações foram classificadas de forma comparativa da seguinte forma: 0 (sem alterações), 1 (pequenas alterações, novas curvaturas ligeiramente com ângulo superior a 90º) e 2 (alterações maiores, novas curvaturas acentuadas com ângulos de 90º ou menos). Em cada posição, foram analisados a função do cateter (injeção e aspiração) e o deslocamento do reservatório e da ponta. **Resultados:** Apenas 15% dos pacientes não apresentaram deformidades; 33,3% apresentaram deformidade em apenas uma posição do braço, 47,7% em duas posições e 10% em três posições. Deformidades menores foram observadas em 70% dos pacientes e deformidades maiores em 40%, e 25% dos pacientes apresentavam ambas deformidades maiores e menores. Deformidades maiores foram observadas em 25% dos pacientes com braço na posição de elevação frontal máxima, em 23,3% na posição de adução máxima e em nenhum paciente com braço na posição de abdução máxima. A região B do cateter foi a mais afetada, 57,8% de todas as deformidades menores e 78,1% de todas as deformidades maiores ocorreram nessa região. Durante as manobras, não foi observado piora na função do cateter em 91,7% dos pacientes. A adução máxima do braço resultou em maior deslocamento vertical e horizontal da ponta do cateter e deslocamento horizontal do reservatório. Os maiores valores de índice de massa

corporal foram associados ocorrência de deformidades maiores dos cateteres.

Conclusão: Elevação frontal máxima e adução máxima estiveram associadas a deformidades maiores do cateter, sendo a região do túnel subcutâneo a mais afetada. Foi observada uma associação entre deformidades maiores e o índice de massa corpórea elevado; em contraste, não foi observada nenhuma associação entre a gravidade da deformidade do cateter, o deslocamento da ponta ou do reservatório ou piora do funcionamento.

Descritores: Cateteres; Dispositivos de acesso vascular; Atividade motora; Exercício físico

1 INTRODUÇÃO

O uso de cateteres venosos centrais totalmente implantáveis (CVCTIs) é rotineiro em todo o mundo, sendo que nos Estados Unidos da América são implantados 400.000 cateteres por ano e não há dados nacionais publicados.⁽¹⁾ Este dispositivo permite acesso venoso central direto e repetitivo com risco de complicações a longo prazo aceitável, mantendo a integridade das veias periféricas.^(2,3)

Apesar de sua utilidade, os CVCTIs podem levar a complicações,⁽⁴⁻⁷⁾ com uma incidência variando de 15 a 23,8%, sendo as mais frequentes as complicações relacionadas ao procedimento cirúrgico e punção venosa.^(2,8-12) A fratura do CVCTI é uma complicação rara, porém potencialmente fatal, em casos de infecção grave de pele, mediastinite, arritmia e complicações cirúrgicas da retirada de fragmentos, como já descritos na literatura.^(10,13-15) Fraturas completas do CVCTI podem levar a migração de um segmento do CVCTI, gerando a necessidade de procedimentos endovasculares complexos para sua retirada.^(10,16-18) As fraturas do CVCTI podem ocorrer independentemente da veia escolhida para o implante. Alguns autores consideram que existe maior risco de fratura de CVCTI implantados pela veia subclávia (VSC) do que pela veia jugular interna (VJI),⁽¹⁴⁾ porém outros não observaram tal diferença.^(8,9)

A dúvida que nos motivou a realização desse estudo foi exposta por uma paciente jogadora de tênis amador, praticante de 2 horas do esporte por dia, destra, portadora de neoplasia de mama com CVCTI implantado em VJI direita, seu braço dominante. A paciente nos questionou se ela poderia praticar sua modalidade esportiva em segurança com o cateter. Não há na literatura dados baseados em evidências científicas que respondam a essa dúvida com segurança, o que é pertinente não só a praticantes de esporte como também nos leva a refletir sobre as consequências de movimentos cotidianos com o braço ipsilateral ao CVCTI.

O mecanismo mais aceito para fraturas de CVCTI implantados via VCS é a “síndrome do *pinch-off*” (compressão do cateter entre a clavícula e a primeira costela),⁽¹⁹⁾ para a qual há uma classificação que descreve a gravidade dessa compressão e que foi validada como fator preditor de fratura de CVCTI.^(15,19,20) A VJI é atualmente o local de punção mais comumente usado para implante de CVCTI,^(10,14,21) porém os mecanismos que levam a fratura não estão bem estabelecidos. Estudos

analisaram o tempo de implantação, a idade do paciente e o número de manipulações como fatores de risco para fratura.^(13,21,22) No conhecimento dos autores, não há estudos que associaram a prática de esportes ou movimentos extremos diários repetidos do braço com subsequente deformidade no CVCTI, o que pode levar ao estresse do material e, conseqüentemente, a sua fratura.

Esse estudo visa avançar com mais dados científicos para a resposta de dúvidas frequentes na prática clínica que não são respondidos pela literatura como: qual o mecanismo de fratura de CVCTI implantados via VJI? É seguro mexer o braço ipsilateral ao CVCTI? Há necessidade de restrição de movimentos desse braço? A mobilização do braço pode provocar estresse no material dos CVCTI?

1.1 Objetivos

1. Demonstrar a ocorrência de deformidades nos cateteres venosos centrais totalmente implantáveis provocadas pela mobilização do braço ipsilateral ao cateter em 60 pacientes consecutivos submetidos a colocação de cateteres venosos centrais totalmente implantáveis via veia jugular interna;
2. Avaliar características que possam influenciar na ocorrência de deformidades maiores;
3. Avaliar efeito dessas deformidades no funcionamento dos cateteres venosos centrais totalmente implantáveis.

2 MÉTODOS

Foram estudados prospectivamente 60 pacientes consecutivos submetidos ao implante de CVCTI em um único centro entre novembro de 2018 e novembro de 2019. Todos os CVCTIs foram implantados via VJI, e os reservatórios foram implantados no hemitórax ipsilateral infraclavicular. Todos os pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes do procedimento cirúrgico. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Número SGPP 337918). Pacientes pediátricos, pacientes com alterações anatômicas ou massas torácicas ou mediastinais, ou cirurgias torácicas prévias não foram incluídos.

Todos os procedimentos foram realizados em centro cirúrgico com anestesia local e sedação endovenosa. O CVCTI era constituído de um cateter de silicone de 9 a 9,6Fr e três marcas diferentes de reservatório de titânio ou polissulfona: Lifeport (55 CVCTI, 91,6%), Districath (4 CVCTI, 6,6%) e Vortex (1 CVCTI, 1,6 %), disponíveis no serviço conforme época e licitação de materiais. A técnica cirúrgica empregada foi punção lateral da VJI guiada por ultrassom em plano do transdutor, 1-2cm acima da clavícula, e todos os implantes foram bem-sucedidos e sem intercorrências. Os reservatórios foram implantados 2cm abaixo da clavícula ipsilateral a VJI puncionada e fixados na fáscia peitoral ou no subcutâneo em caso de pacientes obesos, por meio de dois pontos simples de Nylon. Os CVCTIs foram implantados guiados por fluoroscopia (GE OEC 9900) para obter o posicionamento correto da ponta na transição cavo-átrio.

Como parte do protocolo, duas réguas radiopacas foram colocadas sob o paciente, entre o colchão e a mesa cirúrgica com um ângulo de 90° entre elas. No final do procedimento, após a obtenção da imagem com posicionamento final do CVCTI com os braços em repouso na posição anatômica (Figura 1) com discreta rotação da cabeça para direção contralateral a punção, e obtivemos três imagens adicionais: a primeira com o braço em abdução lateral máxima (abdução de 90° do braço, Figura 2), a segunda com o braço em máxima elevação (elevação frontal do braço reto, com a mão a cima da cabeça, Figura 3), e a terceira com o braço em adução máxima (movendo o braço sobre o peito, Figura 4). As manobras de mobilização foram realizados de forma padronizada e realizadas sempre pela mesma equipe. Todas as imagens foram adquiridas com igual distância entre o receptor da

fluoroscopia e a mesa cirúrgica, com ângulo de zero grau ântero-posterior e látero-lateral para obtenção das imagens. O funcionamento do CVCTI nas quatro posições foi testado com injeção e aspiração através da punção do reservatório. As quatro imagens foram analisadas de forma comparativa utilizando o programa Horos, que é um visualizador de imagens médicas em DICOM de código aberto e gratuito para MacOSX.

Fonte: Ilustrado por Ednei Marx.

Figura 1. Posição de repouso com o braço em posição anatômica

Fonte: Ilustrado por Ednei Marx.

Figura 2. Posição de braço em máxima abdução lateral

Fonte: Ilustrado por Ednei Marx.

Figura 3. Posição do braço em máxima elevação frontal

Fonte: Ilustrado por Ednei Marx.

Figura 4. Posição do braço em máxima adução sobre o peito

As imagens foram armazenadas em nosso banco de dados seguindo a ordem padrão ilustrada na figura 5.

As imagens foram armazenadas lado a lado, sempre nesse modelo, seguindo essa ordem de imagens: repouso, máximo abdução, máxima elevação e máxima adução.

Figura 5. Caso exemplo do nosso banco de dados utilizado para o estudo

Para analisar o reservatório e o deslocamento da ponta, usamos a régua radiopaca na imagem da fluoroscopia e comparamos as quatro imagens. Cada uma das três imagens obtidas após a mobilização do braço foi comparada com a imagem em posição de repouso, sendo descrito e medido o deslocamento decomposto em deslocamento horizontal e deslocamento vertical em milímetros do ponto central do reservatório e da ponta. As figuras 6 e 7 ilustram o deslocamento da ponta e do reservatório do CVCTI, respectivamente, em dois casos de exemplo. Analisamos as associações entre deslocamento do CVCTI, posição do braço, deformidade e funcionamento do CVCTI.

Utilizando-se a borda de costela como referencia visual e a seta demonstrando o deslocamento da ponta na posição de máxima adução do braço comparada a posição de repouso.

Figura 6. Demonstração do deslocamento da ponta do cateter venoso central totalmente implantável

Demonstração visual do deslocamento do reservatório do cateter totalmente implantável usando a posição da régua como referência visual e a seta demonstrando o deslocamento do reservatório na posição de máxima elevação frontal e máxima adução do braço comparada a posição de repouso.

Figura 7. Exemplo de análise de deslocamento do reservatório causado pela mobilização do braço

Avaliamos as deformidades do CVCTI provocadas pela mobilização do braço nas três posições, como a presença de torção ou aparecimento de nova curvatura que não existia na imagem de posicionamento de repouso ou alteração de uma curvatura preexistente. Dividimos o CVCTI em três regiões de estudo (Figura 8): a região A consistia no segmento de conexão entre o cateter e o reservatório; a região B consistia no segmento do cateter no túnel subcutâneo; a região C consistia no segmento de entrada do cateter na VJI.

A: Região de conexão entre o cateter e o reservatório. B: Região do túnel subcutâneo. C: Curvatura de entrada do cateter dentro da veia jugular interna.

Figura 8. Segmentos de estudo do cateter totalmente implantável

Classificamos as deformidades encontradas em cada uma das três posições do braço com base na comparação com as imagens na posição de repouso em uma das três categorias descritas abaixo e exemplificadas na figura 8.

0 - Sem alterações;

1 - Presença de deformidades menores: novas curvaturas ou pequenas mudanças na curvatura preexistente com ângulos maiores que 90°, exemplificados na figura 8.

2 - Presença de deformidades maiores: novas curvaturas ou modificações acentuadas, com ângulos de 90° ou menos (Figura 9 E), dobra acentuada do cateter (*kinking* Figura 6 D e F) e “laço” (*looping* Figura 10 C). Mais exemplos de deformidades tipo 2 ampliadas com zoom são demonstradas na figura 11.

A, B e C: exemplos de deformidades menores (tipo 1). Usando a figura 8 como imagem referência para repouso A: Classificado como A1B0C1. B: Classificado como A0B1C0. C: Classificado como A1B0C0. D, E e F são exemplos de deformidades importantes (tipo 2) de diferentes pacientes. D: Classificado como A0B2C0. E: Classificado como A2B2C0. F: Classificado como A2B1C0.

Figura 9. Exemplos de deformidades de diferentes pacientes

A: Braço em repouso. B: Abdução máxima do braço. C: Elevação frontal máxima do braço. D: Adução máxima do braço.

Figura 10. Imagens de um mesmo paciente

Demonstro a classificação proposta com as imagens do caso de um paciente único ilustrada na figura 10: neste exemplo, nenhuma deformidade foi observada durante a abdução máxima, e esta imagem foi classificada como A0B0C0. Uma alça no túnel subcutâneo imediatamente acima do osso da clavícula e uma alteração menor do ângulo mais agudo próximo à entrada na veia durante a elevação frontal máxima é classificado como A0B2C1. Há alteração menor na curva acima da

clavícula na região de conexão do reservatório e cateter e uma torção do túnel subcutâneo durante a adução máxima e foram classificadas como A1B2C0.

Figura 11. Exemplos de deformidades maiores ampliadas

Distribuímos e classificamos todas as deformidades encontradas em uma tabela-resumo e analisamos a associação entre as deformidade e deslocamento, funcionamento e características clínicas dos pacientes, como sexo, idade, índice de massa corporal (IMC) e lateralidade.

Para analisar o funcionamento do CTICV, puncionamos o reservatório e avaliamos o fluxo durante a aspiração (teste de aspiração) e infusão de solução salina (teste de infusão) em repouso e nas três posições do braço. O teste de aspiração foi realizado através da punção do reservatório com agulha apropriada fornecida no kit do cateter acoplada a uma seringa de 10mL e realizada aspiração contínua do sangue. O teste de aspiração foi classificado como normal quando a aspiração contínua e lenta foi realizada sem qualquer resistência. O teste de infusão foi realizado infundindo soro fisiológico com seringa de 10mL e a mesma agulha fornecida no kit do cateter. A infusão foi classificada como normal quando a infusão contínua e

lenta de solução fisiológica era possível sem resistência. Parada do funcionamento foi observada quando não foi possível realizar aspiração sanguínea ou infusão de solução salina. Em seguida, classificamos o funcionamento em quatro categorias:

F0 - Teste normal de infusão e aspiração;

F1 - O teste de infusão OU aspiração não foi normal;

F2 - A infusão E o teste de aspiração não foram normais;

F3 - Parada do funcionamento: sem fluxo durante o teste de aspiração e infusão.

Avaliamos o funcionamento do CVCTI em cada posição do braço e sua associação com a deformidade e deslocamento do CVCTI.

Utilizamos a combinação entre a região do cateter (A, B ou C) e o grau de deformidade (tipos 0, 1 ou 2) para compor a classificação proposta. As deformidades provocadas pela mobilização do braço foram analisadas comparativamente com a imagem do braço em repouso.

Esse estudo é original, não tendo nenhum estudo semelhante publicado na literatura internacional para definição dos parâmetros de cálculo da amostra, então foi utilizado a incidência de fratura de CVCTI publicado na literatura.^(10,13) O cálculo da amostra foi realizado usando o teste de McNemar. Esperava-se que pelo menos 15% a mais de pacientes apresentassem deformidades maiores de CVCTI na “posição de braço de maior risco” em comparação com posições de braço menos arriscadas ou em repouso. A “posição de braço de maior risco” de fratura foi definida para aquela em que ocorreu maior número de deformidades maiores (tipo 2), e as posições menos arriscadas, aquelas com menor incidência de deformidades maiores (tipo 2).

A amostra necessária para detectar essa diferença foi de 55 pacientes com 80% de poder e 95% de confiança. Os dados são expressos como média $\pm$ desvio padrão ou como frequências. Para análise comparativa, utilizou-se a equação de estimação generalizada com a distribuição de Poisson e função de ligação identidade, assumindo matriz de correlações permutável entre as posições e segmentos de um mesmo paciente. A análise foi seguida de comparações múltiplas de Bonferroni. As associações entre o deslocamento do reservatório e da ponta com a ocorrência de quaisquer deformidades (tipo 1 ou 2) foram analisadas por meio de testes *t* de Student. Outros dados foram comparados com o teste *t* de Student, teste

exato de Fisher e testes contínuos com o teste do qui-quadrado. Um valor- $p < 0,05$ foi considerado significativo.

3 RESULTADOS

A média de idade dos pacientes foi de 61,3 anos (mediana, 62 anos; variando de 19-86 anos); 34 pacientes eram mulheres (56,6%). O IMC médio dos pacientes foi de 22,5kg/m² (desvio padrão, 6,65). As indicações clínicas para implantação de cateter incluíram quimioterapia. A VJI direita foi usada em 93,3% dos casos, e a VJI esquerda em apenas 4 casos.

O deslocamento da ponta e do reservatório nas três posições do braço, medida em milímetros, é apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Deslocamento da ponta e do reservatório, em milímetros, comparando a posição de repouso com a máxima abdução, elevação e adução do braço

Variável	Máx. abdução		Máx. elevação		Máx. adução		Valor-p
	Média ± DP	Mín.- Máx.	Média ± DP	Mín.- Máx.	Média ± DP	Mín.- Máx.	
Ponta-H	5,3 ± 3,7	0 - 18	4,7 ± 3,5	0 - 16	8,3 ± 5,7	0 - 22	<0,001
Ponta - V	4,4 ± 5,8	0 - 33	5,9 ± 5,5	0 - 25	9,0 ± 7,9	1 - 37	<0,001
Reservatório H	9 ± 5,1	0 - 24	8,4 ± 6,9	0 - 31	23,7 ± 12,5	4 - 61	<0,001
Reservatório V	6,9 ± 4,2	0 - 18	22,0 ± 9,9	0 - 45	9,8 ± 8,6	0 - 35	<0,001

Máx.: máximo; Mín.: mínimo; V: deslocamento na vertical; H: deslocamento na horizontal. DP: desvio padrão. Unidade de medida: mm. ANOVA com medidas repetidas. Valor-p compara o deslocamento do cateter nas 3 posições do braço.

Observamos diferença estatisticamente significativa no deslocamento da ponta e do reservatório provocada pela mobilização do braço. Com base nos testes de comparações múltiplas de Bonferroni, o deslocamento da ponta do CVCTI (horizontal e vertical) e do reservatório (horizontal) foi maior na adução máxima ($p < 0,05$) e o deslocamento na vertical do reservatório foi maior na máxima elevação ($p < 0,01$)

Apenas 9 (15%) pacientes não apresentaram nenhum tipo de deformidade no CVCTI, sendo 6 mulheres e IMC médio de 21,9kg/m², implantados todos via veia jugular direita. Os 51 pacientes restantes apresentaram alguma deformidade em uma das três posições do braço, sendo: 20 (33,3%) em uma posição de braço, 25 (41,7%) em duas posições e 6 (10%) nas três posições testadas.

Dentre as posições analisadas, observamos deformidades maiores (tipo 2) em 15 pacientes (25%) tanto na elevação máxima quanto na adução máxima. Nenhum paciente apresentou deformidade maior (tipo 2) em abdução máxima.

Deformidades menores (tipo 1) foram as mais frequentes, presentes em 42 pacientes (70%). Além disso, 24 (40%) apresentavam deformidades maiores (tipo 2) e 15 (25%) apresentavam os dois tipos de deformidades em diferentes regiões do CVCTI ou posição diferente do braço.

A descrição de todas as deformidades em cada segmento do CVCTI, nas três posições de braço testadas é apresentada na tabela 2. A soma total de análises é de 180, já que são 60 paciente, analisados 3 regiões do CVCTI em 3 posições do braço.

Tabela 2. Distribuição das deformidades dos cateteres de acordo com as três posições do braço (abdução máxima, elevação máxima e adução máxima do braço ipsilateral) e do cateter dividido nos três segmentos de estudo (A, B e C)

Classificação	Tipo	Máx. abdução n(%)	Máx. elevação n(%)	Máx. adução n(%)	Total testes n(%)
A	0	54(90)	52(86,7)	51(85)	157(87,2)
	1	6 (10)	7 (11,7)	6 (10)	19(10,6)
	2	0	1 (1,7)	3 (5)	4(2,2)
B	0	52 (86,7)	27 (45)	32 (53,3)	111(61,7)
	1	8 (13,3)	19 (31,7)	17 (28,3)	44(24,4)
	2	0	14 (23,3)	11 (18,4)	25(13,9)
C	0	59 (98,3)	52	53 (88,3)	164(91,1)
	1	1 (1,7)	8 (13)	4 (6,7)	13(7,2)
	2	0	0	3 (5)	3(1,7)
Total 0 (%)		165 (91,7)	131 (72,8)	136 (75,6)	432(80)
Total 1 (%)		15 (12)	34 (18,9)	27 (15)	76(14,1)
Total 2 (%)		0 (0)	15 (8,3)	17 (9,4)	32(5,9)

Máx.: máxima; A: conexão entre o cateter e o reservatório; B: túnel subcutâneo; C: ponto de entrada na veia jugular interna. Tipo 0: sem deformidade. Tipo 1: deformidade menor. Tipo 2: deformidade maior.

Deformidades menores (tipo 1) foram observadas 76 vezes (14,1%), e deformidades maiores (tipo 2) estavam presentes em 32 (5,9%) análises. Não houve deformidade em 80% das análises realizadas.

As deformidades foram observadas principalmente no segmento B. Mais da metade das deformidades menores (tipo 1, 57,8%) e 78,1% das deformidades maiores (tipo 2) foram encontradas nessa região. No segmento C, apenas 3 (5,0%) pacientes apresentaram deformidades maiores (tipo 2), observadas durante a abdução máxima.

Comparações múltiplas do teste de Bonferroni mostraram que na elevação máxima e adução máxima, as deformidades na região B foram maiores do

que nas regiões A e C ($p < 0,001$). As deformidades da região B foram maiores na adução e elevação máximas ($p < 0,001$), e nenhuma diferença foi observada entre elas ($p > 0,999$). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nas deformidades entre as posições dos braços nas regiões A e C ($p > 0,05$).

Em abdução máxima, observou-se associação entre a presença de deformidades e deslocamento da ponta na horizontal ($p = 0,008$) e do reservatório ($p < 0,001$). Na adução máxima, o deslocamento do reservatório ocorreu horizontalmente ($p = 0,032$) e verticalmente ($p = 0,016$). Nenhuma associação significativa foi observada na posição de elevação máxima. Considerando exclusivamente as deformidades maiores (tipo 2) na mesma análise, essas foram associadas a maior deslocamento do reservatório tanto na direção vertical quanto na horizontal na posição de elevação máxima ($p = 0,04$).

As associações entre as deformidades maiores (tipo 2) e idade, sexo, IMC e lateralidade são apresentadas na tabela 3.

Tabela 3. Análise da associação entre deformidades maiores (tipo 2) e idade, sexo, índice de massa corporal e lateralidade do cateter

Variáveis	Deformidades maiores		Total (N=60)	Valor-p
	Não (n=36)	Sim (n=24)		
Sexo n(%)				0,202
Feminino	18 (52,9)	16 (47,1)	34	
Masculino	18 (69,2)	8 (30,8)	26	
Lateralidade n(%)				>0,999*
Direita	34 (60,7)	22 (39,3)	56	
Esquerda	2 (50)	2 (50)	4	
Idade (anos)				0,911**
Média $\pm$ DP	61,3 $\pm$ 14,2	60,9 $\pm$ 15	61,1 $\pm$ 14,4	
Mediana (mín.; máx.)	62,5 (19; 85)	61 (32; 86)	62 (19; 86)	
IMC (Kg/m ²)				0,034**
Média $\pm$ DP	22,1 $\pm$ 4,7	25,1 $\pm$ 5,6	23,3 $\pm$ 5,2	
Mediana (mín.; máx.)	22 (14,2; 37)	23,6 (17; 43,5)	22,6 (14,2; 43,5)	

Teste Qui-quadrado; * Teste exato de Fisher; ** Teste *t* de Student. Mín.: mínimo; Máx.: máximo; DP: desvio padrão; IMC: índice de massa corporal.

A única associação estatisticamente significativa ocorreu entre níveis mais elevados de IMC e a presença de deformidades maiores (tipo 2). O comportamento do funcionamento do CVCTI nas três posições é apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Análise do teste de funcionamento do cateter nas três posições do braço (abdução máxima, elevação máxima e adução máxima do braço ipsilateral)

Funcionamento	Máx. abdução n(%)	Máx. elevação n(%)	Máx. adução n(%)
F0	56 (93,3)	57 (95)	55 (91,7)
F1	1 (1,7)	0 (0)	0 (0)
F2	3 (5)	3 (5)	3 (5)
F3	0 (0)	0 (0)	2 (3,3)

F0: sem alterações. F1: piora da aspiração ou infusão. F2: piora tanto na aspiração quanto na infusão. F3: parou de funcionar (impossibilidade de aspirar e infundir). Máx.: máxima.

Em mais de 90% dos casos, não houve nenhuma mudança no funcionamento do CVCTI. O CVCTI parou de funcionar apenas em 2 pacientes na posição de adução máxima (3,3% dos testes realizados). Não foi observada associação entre a piora no funcionamento do CVCTI e deformidades maiores (tipo 2) ou maior deslocamento da ponta ou do reservatório ($p>0,05$).

A seguir, dois casos de exemplo para aplicação da classificação de deformidades proposta por esse estudo.

No caso exemplificado na figura 12, classificamos como A1B0C0 na posição de máxima abdução do braço por uma alteração leve ($>90^\circ$) na curvatura na região de conexão do cateter. Classificamos como A1B2C0 na máxima elevação do braço, por uma alteração leve de curvatura em direção posterior/dorsal da região de conexão do reservatório e um laço do cateter na região de trajeto subcutâneo. Classificamos como A1B2C0 na máxima adução do braço, por uma alteração leve de curvatura em direção posterior/dorsal da região de conexão do reservatório e uma dobra do cateter na região de trajeto subcutâneo.

Figura 12. Caso de exemplo de um paciente e as imagens com o braço em repouso, máxima abdução, máxima elevação e máxima adução

No caso exemplificado na figura 13, classificamos como A0B0C0 nas três posições do braço já que não houve deformidade significativa quando as imagens são comparadas com a imagem em repouso.

Figura 13. Caso de exemplo de um paciente sem deformidades observadas nas imagens com o braço em repouso, máxima abdução, máxima elevação e máxima adução

4 DISCUSSÃO

O amplo uso de CVCTI melhorou a qualidade de vida e os tratamentos médicos dos pacientes, com uma incidência de complicações de 15 - 23,8%, incluindo complicações relacionadas ao procedimento e complicações tardias.^(2-4,23-25) A fratura de CVCTI pode ser assintomática em 22 a 47% dos casos, ou os pacientes podem queixar dor ao redor do CVCTI durante a infusão com distensão e edema local, apresentar dificuldade de infusão e dificuldade de retorno do sangue na aspiração.^(13,21,26) Fraturas completas do CVCTI podem levar à migração do cateter, com necessidade de procedimentos cirúrgicos para remoção de fragmentos,^(10,16-18,26) e extravasamento de drogas quimioterápicas, resultando em necrose extensa de pele e subcutâneo e infecção local.^(19,24)

A grande utilização dos CVCTI associada aos avanços dos tratamentos médicos, vem trazendo dúvidas quanto aos riscos cotidianos impostos pelo uso dos dispositivos e a eventual necessidade de restrições de alguns tipos de movimento. A paciente tenista que nos motivou a realização desse estudo, nos motivou a testar apresentou deformidades maiores, com uma dobra acentuada do cateter na região de conexão com o reservatório, durante a simulação de movimentos compatíveis com a prática do tênis. Foi exposto para paciente que a mobilização do braço ipsilateral provocou uma dobra acentuada do CVCTI e que não havia evidencia científica para garantir a ela que a prática do esporte era segura e orientado que ela evitasse a prática intensiva do esporte. Não há na literatura dados baseados em evidências científicas que respondam a essa dúvida com segurança, o que é pertinente não só a praticantes de esporte como também nos leva a refletir sobre as consequências de movimentos cotidianos com o braço ipsilateral ao CVCTI. Em esportes como tênis, *handball*, basquete e golf, as pessoas realizam de forma repetitiva, com força e alta velocidade principalmente os movimentos de máxima elevação e máxima adução. Estes movimentos também estão presentes no cotidiano, nos serviços domésticos, nos trabalhos braçais (rurais ou de construção civil, por exemplo) e ao se segurar em transportes público, como metrô ou ônibus. Na natação, alongamentos, yoga, danças e atividades cotidianas também experimentamos o movimento de máxima abdução do braço com frequência.

Os mecanismos de fratura de CVCTIs implantados via VJI não estão bem estabelecidos na literatura, diferentemente dos CVCTIs implantados via VSC.⁽²⁷⁻³¹⁾ Os fatores de risco mais associados à fratura de CVCTI são a idade entre 51-60 anos, baixo IMC, longo tempo de implantação de CVCTI, punção guiada por ultrassom “fora do plano” e CVCTIs produzidos com borracha de silicone, posição da ponta do cateter profundo e ângulo mais estreito no ponto de entrada na veia.^(13,21,22,26,32,33) Em nosso estudo, observamos que deformidades maiores podem ser provocadas pela mobilização do braço e a criação de uma classificação para essas deformidades pode ajudar a identificar pacientes altamente susceptíveis ao estresse diário e repetitivo. Aos moldes do já validado sistema de classificação utilizado para a “síndrome do *pinch-off*” que aponta correlação do maior risco de fratura para aqueles pacientes com graus mais graves dessa síndrome,^(19,20,27-31) a classificação pode ajudar a correlacionar o estresse diário repetitivo provocado pela mobilização ao risco aumentado de fraturas CVCTI.

Em 2020, Ning Ai et al. estudaram 3.102 mulheres com implante de CVCTI via VJI e observaram uma taxa de fratura de 0,48%, sendo que 80% dessas fraturas ocorreram no ponto de entrada na veia (nosso segmento C do cateter).⁽²¹⁾ Esses autores discutiram a possível associação entre a fratura de CVCTI e esforço físico com o braço, visto que alguns pacientes relataram realizar tarefas domésticas e um paciente relatou que praticava badminton; no entanto, essa associação não foi significativa na análise multivariada.⁽²¹⁾ Em nossa opinião, a mobilização repetida e extrema do braço pode ser um fator de risco para fraturas de CVCTI; entretanto, essa possibilidade não foi comprovada por Ning Ai et al. devido ao baixo percentual de fraturas no estudo.

Nosso objetivo foi simular movimentos extremos com o braço ipsilateral ao CVCTI presentes no cotidiano, atividades laborais e domiciliares, além de atividades esportivas e recreativas, resumidos em três posições extremas e reproduzíveis de forma protocolar em todos os casos analisados, respeitando a mobilidade máxima de cada paciente. Demonstramos que os movimentos com o braço podem provocar deformidades maiores no CVCTI em 40% dos pacientes e menores em 70%. Além disso, descobrimos que os movimentos extremos do braço de elevação e adução máximas foram os movimentos mais associados às deformidades maiores e que essas deformidades ocorreram principalmente no túnel subcutâneo (segmento B em nosso estudo). A localização mais frequente das fraturas de CVCTI implantados via

VJI são no segmento de trajeto subcutâneo⁽³⁴⁾ e no ponto de entrada do cateter na veia^(21,33) correspondendo respectivamente com os segmentos B e C da classificação proposta por esse estudo.

Observamos a associação entre a ocorrência de deformidades maiores do CVCTI e pacientes com maior IMC. Provavelmente, esse achado se deve ao fato de o cateter e o reservatório apresentarem maior mobilidade devido ao maior panículo adiposo desses pacientes. Também observamos uma associação significativa entre maior deslocamento do reservatório e ocorrência de deformidades maiores provavelmente devido ao aumento da mobilização dos músculos, principalmente do músculo peitoral, e do panículo adiposo durante a elevação do braço. Com a evolução natural das doenças oncológicas, pacientes com CVCTI, que inicialmente eram obesos, perdem grande porcentagem de peso pela síndrome consumptiva e tratamentos quimioterápicos, o que pode tornar soltos os pontos, diminuindo a fixação do reservatório do CVCTI no subcutâneo e torná-los possivelmente mais suscetíveis a deformidades. Na literatura não há diferença na incidência de fratura entre o implante via VJI direita ou esquerda,⁽²¹⁾ e da mesma forma, não observamos diferença na ocorrência de deformidades maiores entre os lados em que os CVCTIs foram implantados, porém destacamos os poucos casos incluídos de implante de CVCTI a esquerda. A VJI direita é a preferência de sitio de punção da equipe, pelo seu trajeto mais retilíneo e tecnicamente mais fácil de ser implantado.⁽³⁾ Pelo trajeto mais longo e mais tortuoso, os CVCTI implantados via veia jugular esquerda poderiam estar mais suscetíveis a deformidades, porém essa hipótese não foi demonstrada ou afastada nesse estudo.

Observamos poucas modificações nos testes de funcionamento do CVCTI realizados nas três posições analisadas do braço, e nenhuma associação significativa foi observada entre esses casos que houve piora do funcionamento com a ocorrência de deformidades maiores do CVCTI ou com deslocamento da ponta ou do reservatório. A justificativa possível para esse achado é que a deformidade não causou completo colapamento da luz e que a diminuição do seu lúmen não provocou alterações dos testes de funcionamento também por serem cateteres de baixo fluxo, possivelmente diferente do impacto dessas deformidades nos testes realizados para avaliar funcionamento dos cateteres de alto fluxo como, por exemplo, os usados para hemodiálise. O deslocamento vertical mínimo foi observado com uma média de 0,38 a 0,69mm, indicando uma mudança mínima de posição, possível justificativa de não

associada a alterações no funcionamento do cateter. A análise do deslocamento da ponta do cateter na vertical é uma informação relevante já que o funcionamento de qualquer cateter e risco de trombose está relacionado com seu posicionamento central e o risco de migração da ponta do cateter para inominada. Entretanto o deslocamento da ponta do CVCTI na horizontal é menos relevante já que a ponta do cateter é móvel e tem posição variável conforme o fluxo sanguíneo. Possivelmente deslocamentos maiores, como o deslocamento máximo observado de 22mm deve sofrer influência da mobilização do braço, mas é esperado algum deslocamento milimétrico da ponta do cateter na horizontal comparando duas imagens em repouso de um mesmo paciente, justificado pelo ciclo cardíaco.

Saijo et al. demonstraram que o estresse repetitivo no material do cateter pode levar ao desgaste e micro lacerações, e pequenos rasgos combinados podem ocupar toda a circunferência do cateter e levar à fratura parcial e subsequente ruptura do cateter.⁽³⁴⁾ Em 2016, os físicos Braun et al. concluíram que o desgaste físico ocorre devido ao estresse repetido nos materiais dos CVCTI, e a borracha de silicone exibiu menor resistência às forças de colapamento e dobras, e que cateteres de polietileno demonstraram-se 5 vezes mais estáveis do que os de borracha de silicone. Os pequenos entalhes podem atuar como pontos de ruptura predeterminados, o que pode resultar em ruptura completa de um material com baixas propriedades mecânicas, como a borracha de silicone.⁽³⁵⁾ O cateter pode resistir a curvaturas leves; no entanto, em deformidades maiores, curvaturas acentuadas podem ocorrer além da resistência do material à torção da própria tubulação do cateter (Figura 5 D e F; Figura 6 D).⁽³⁵⁾ Os autores não observaram interferência química do quimioterápico na composição do cateter ou física pelos testes de variação de temperatura.⁽³⁵⁾ Outros estudos corroboram com essas análises físicas.^(22,32,34,36) A injeção com alta pressão é outro mecanismo de estresse associado à fratura de CVCTI.⁽³⁷⁾ Conclui-se também com base na revisão extensa da literatura que os cateteres de Groshong, de silicone com ponta fechada, são os mais suscetíveis a fratura.^(22,34)

Nossa hipótese é que as deformidades maiores repetidas no CVCTI podem servir como um estresse repetitivo no material do CVCTI e ser um fator de risco adicional para a fratura; portanto, é importante ter um sistema de classificação que gradue a gravidade das deformidades do CVCTI. Nos esportes, como tênis, *handball* ou golfe, as pessoas realizam movimentos repetitivos de máxima elevação, máxima abdução e máxima adução com força, intensidade e alta velocidade, e esses

movimentos também estão presentes em outras atividades laborais e domésticas, danças e outras práticas de lazer. Pacientes classificados com deformidades maiores podem ser mais suscetíveis ao maior estresse no material de seu CVCTI e exposto a um risco potencialmente aumentado de fratura de CVCTI. Essa hipótese deve ser validada em grandes estudos futuros com segmento longo para validar essa possível correlação. A classificação proposta envolve a combinação entre o segmento do cateter (A, B e C) e o grau de deformidade observada (0 ou 1 ou 2) à fluoroscopia em cada posição extrema do braço; por exemplo, A2B0C0 representa uma torção na conexão entre o reservatório e o cateter. O uso de letras e números foi inspirado na classificação dos tumores por meio do conhecido sistema de estadiamento TNM.⁽³⁸⁾ Como em toda classificação, a proposta nesse estudo visa padronizar a comunicação entre médicos e pesquisadores para melhorar a compreensão e possibilitar estudos científicos, além de alertar médicos e pacientes. Com ela, seremos capazes de analisar a possível associação entre deformidades CVCTI e um maior risco de fratura em futuros estudos multicêntricos com grandes tamanhos de amostra e longo seguimento usando esta classificação padronizada.

Nosso estudo tem algumas limitações. A simulação do exercício foi realizada em decúbito dorsal, pois foi realizado no intraoperatório ao fim do procedimento cirúrgico de implante do CVCTI, com apenas três segundos extras de fluoroscopia e sob sedação. Os exercícios diários são realizados principalmente na posição vertical, no entanto, a simulação adequada exigiria a obtenção de quatro radiografias convencionais extras no departamento de radiologia, o que aumentaria a exposição à radiação para esses pacientes sem o benefício de corrigir algumas deformidades importantes do cateter que poderiam ser reposicionadas durante o período intraoperatório. Além disso, essas imagens exigiriam a colaboração de mais pessoas e um custo mais elevado para o sistema público de saúde. Adicionalmente, seria difícil padronizar as imagens radiológicas se outras equipes fossem envolvidas na realização do protocolo. Na experiência dos autores, a simulação do exercício na posição supina é um método bom e ético para avaliar as deformidades do cateter decorrentes da mobilização do braço, uma vez que os cateteres são fixados na fáscia do músculo e o grupo de músculos ativados na simulação é o mesmo dos ativados na posição vertical. Outra limitação envolve dificuldades em padronizar a força de injeção e aspiração usada no teste de funcionamento do CVCTI, e as forças de infusão e aspiração não eram medidas e calibradas de forma objetiva, e sim ajustadas

subjetivamente pela equipe responsável por realizar todos os testes. Por fim, o tipo e marca dos CVCTIs não foram padronizados bem como o seu calibre, mas acreditamos que essa seja uma limitação pequena já que todos eles eram do mesmo material (silicone) e mais de 90% do tipo Lifeport.

Com base em uma extensa revisão da literatura e neste estudo, as melhores recomendações para reduzir as taxas de fratura de CVCTI seriam as seguintes: uso de cateter de poliuretano, inserção via VJI, punção em plano guiada por ultrassom, curvaturas suaves e ângulo de entrada de 60° na veia, heparinização mensal e manutenção do cateter pelo menor tempo necessário.^(21,22,26,29,33)

A paciente tenista que motivou a realização desse estudo, optou por diminuir a prática do tênis para eventualmente e foi seguida com exame de imagem, sem intercorrências e retirado o CVCTI no fim do tratamento. Em nossa prática cirúrgica, acrescentamos esse protocolo à nossa prática diária. Todos os pacientes são submetidos à análise das deformidades. Todas as imagens e a classificação das deformidades são armazenadas no prontuário médico.

Acreditamos que as deformidades menores no CVCTI devam ser seguras por provocar um mínimo estresse de torção por serem alterações discretas de curvatura, embora não haja dados disponíveis na literatura para confirmar essa hipótese. Com base na revisão de literatura e deformidades demonstradas nesse estudo, não é possível garantir para os pacientes que apresentaram deformidades maiores que movimento extremos e repetidos do braço são seguros. Com base em todos os pontos discutidos acima, propomos que seja feita a classificação de deformidade conforme o protocolo ilustrado nesse estudo de todos os pacientes submetidos ao implante de CVCTI; monitoração frequente, incluindo radiografias de tórax mais frequentes para pacientes com deformidades maiores em qualquer região do cateter, e a remoção deve ser realizada o mais cedo possível após o término do tratamento. Além disso, esses pacientes devem ser alertados para evitar movimentos de maior risco ou diminuir sua frequência e realizá-los com cuidado.

5 CONCLUSÕES

1. A mobilização do braço provoca deformidades em 85% dos cateteres venosos centrais totalmente implantáveis, sendo deformidades maiores em 40%;
2. Índice de massa corporal maior está associado a ocorrência de deformidades maiores;
3. Apesar de observarmos deformidades em 85% dos cateteres venosos centrais totalmente implantáveis, essas deformidades não prejudicam o fluxo desses cateteres.

6 APRESENTAÇÃO DO ARTIGO

Leiderman DB, Souza KP, Binatti CE, Mendes CA, Teivelis MP, Brito CF, Leiderman DB, **Wolosker N**. Arm mobilization provokes deformity of long-term indwelling ports implanted via the jugular vein. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2020:S2213-333X(20)30555-2. doi: 10.1016/j.jvsv.2020.10.010. Epub ahead of print.

Abstract

Background: The incidence of totally implantable catheter fracture ranges from 0.48 to 5%, and these fractures represent a potentially fatal complication. The fracture mechanism of catheters implanted via the jugular vein is unclear, and whether extreme arm movements represent an additional risk factor for repetitive stress of the material remains unknown. The aim of this study was to demonstrate and classify catheter deformations caused by extreme arm mobilization and associations with changes in catheter function and displacement. **Methods:** We analyzed the fluoroscopy images of 60 consecutive patients undergoing long-term indwelling port implantation via the jugular vein. Three images were taken: arm in maximal abduction, maximal frontal elevation and maximal adduction. The images were compared to an image of the remainder of the arm. We analyzed three catheter regions to classify the deformity: A, connection between catheter and reservoir; B, the catheter's subcutaneous tunnel; and C, the catheter's entrance in the jugular vein. The deformations were classified in comparative manner as follows: 0 (no changes), 1 (minor changes, new slightly curvatures with angle greater than 90°) and 2 (major changes, new severe curvatures with angles of 90° or less). In each position, catheter function (injection and aspiration) and displacement of the reservoir and tip were analyzed. **Results:** Only 15% of patients did not show a deformity; 33.3% had a deformity in only one position, 47.7% in two positions and 10% in three positions. Minor deformities were observed in 70% of patients and major deformities in 40%. Moreover, 25% of patients presented both major and minor deformities. Major deformities were observed in 25% of patients on maximal frontal elevation, in 23.3% on maximal adduction and in none on maximal abduction. Region B was the most affected, with 57.8% of all minor deformities and 78.1% of all major deformities. No change in function was noted in 91.7% of the catheters. Maximal arm adduction resulted in greater vertical and horizontal displacement of the catheter tip and horizontal displacement of the reservoir. The greatest body mass index values were associated with major deformities. **Conclusion:** Maximal frontal elevation and maximal adduction were associated with major catheter deformities, and the subcutaneous tunnel region was the most deformed catheter region. An association between major catheter deformity and high BMI was noted; in contrast, no association between the severity of catheter deformity, tip or reservoir displacement, or worsened functioning was observed.

7 MÉTRICAS

7.1 Métricas do periódico

Métricas do periódico nos últimos cinco anos.

7.1.1 Fator de impacto

Periódico: Journal of Vascular Surgery-Venous and Lymphatic Disorders

ISSN: 2213-333X

Fator de impacto 2019: 3.137

3.137

2019 Journal Impact Factor

Fonte: Journal Citation Reports. Web of Science

7.2 Métricas do artigo

7.2.1 Citações

Não há citações para o artigo nas bases de dados Scopus, Web of Science e Google Scholar.

Avaliação realizada em 05 de maio de 2021.

7.2.2 Altmtria

Não há dados altmetricos relacionados a publicação.

Consulta realizada em 04 de maio de 2021.

7.3 Métricas da autora

7.3.1 Redes científicas

Participação da autora nas redes científicas e seus respectivos endereços eletrônicos, onde a autora registra e disponibiliza suas publicações.

Rede científica	Endereço eletrônico
ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8593-6427
Lattes	http://lattes.cnpq.br/6567041294179883
ScopusID	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57192907872
Publons/ResearcherID	-
ResearchGate	https://www.researchgate.net/profile/Dafne-Leiderman
Google Scholar	https://scholar.google.com.br/citations?user=P0gUCXcAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra
Academia.edu	-

7.3.2 Trabalhos publicados

Trabalhos publicados e indexados na base de dados referencial Web of Science.

Publicações				
Ano	FI	Categoria	Referência	Citações
2017	5.209	Article	Leiderman DB , de Campos JR, Kauffman P, Tedde ML, Yazbek G, Teivelis, MP, Wolosker N . The relation between age and outcomes of thoracic sympathectomy for hyperhidrosis: the older, the better. J Thorac Cardiovasc Surg 2018; 156(4):1748-1756.	13

2017	1.363	Review	Leiderman DB , Zerati AE, Wolosker N , Hoffmann Melo HA, da Silva ES, De Luccia N. Endovascular treatment of penetrating injury to the vertebral artery by a stab wound: case report and literature review. <i>Ann Vasc Surg.</i> 2017;45:267.e1-267.e5.	8
2017	1.363	Article	Zerati AE, Leiderman DB , Teixeira WG, Narazaki DK, Cristante AF, Wolosker N , et al. Endovascular treatment of late aortic erosive lesion by pedicle screw without screw removal: case report and literature review. <i>Ann Vasc Surg.</i> 2017;39:285.e17-285.e21.	5
2018	0.801	Article	Porciunculla MM, Leiderman DB , Altenfeder R, Pereira CS, Fioranelli A, Wolosker N , et al. Clinical, ultrasonographic and histological findings in varicose vein surgery. <i>Rev Assoc Med Bras (1992).</i> 2018;64(8):729-35.	5
2018	1.179	Review	Leiderman DB , Wolosker N , Oliveira MV, Carvalho HA, Barão FT, Zerati AE, De Luccia N, Puech-Leão P. Paraplegia of lower limbs caused by a segmental thrombosis of the descending thoracic aorta reversed with endovascular treatment-a case report and literature review. <i>Ann Vasc Surg.</i> 2018;50:300.e5-300.e10.	1
2019	1.125	Article	Leiderman DB , Zerati AE, Mariz MP, Wolosker N , Puech-Leão P, De Luccia N. The need for a vena cava filter in oncological patients with acute venous thrombosis: a marker of a worse prognosis. <i>Ann Vasc Surg.</i> 2019;60:35-44.	4
2019	Sem FI	Article	Vaidotas M, Yokota PK, Negrini NM, Leiderman DB , Souza VP, Santos OF, Wolosker N . Medication errors in emergency departments: is electronic medical record an effective barrier? <i>einstein (Sao Paulo).</i> 2019;17(4):eGS4282.	7
2019	1.209	Article	Wolosker N , Leiderman DB , de Campos JR, Kauffman P, Tedde ML, Yazbek G, et al. Number of preoperative hyperhidrosis sites does not affect the sympathectomy postoperative results and compensatory hyperhidrosis occurrence. <i>Thorac Cardiovasc Surg.</i> 2019;67(5):407-14.	5
2019	Sem FI	Article	Fioranelli A, Schmidt C, Wolosker N , Castelli Júnior V, Leiderman DB , Szutan LA. Leadership potential of physicians in a public teaching hospital in the city of São Paulo. <i>einstein (Sao Paulo).</i> 2019;17(1):eGS4191.	0
2020	1.125	Article	Ribeiro FS, Casella IB, Leiderman DB , Puech-Leão P, De Luccia N. Combined angioplasty technique of the carotid territory and supra-aortic trunk by double access (cervical and limbs) for tandem lesions. <i>Ann Vasc Surg.</i> 2020;68:570.e9-570.e15.	0
2020	1.125	Article	Stabellini N, Wolosker N , Leiderman DB , da Silva MF, Nogueira WA, Amaro Jr E, Teivelis MP. Epidemiological analysis of carotid artery stenosis intervention during 10 years in the public health system in the largest city in Brazil: stenting has	2

			been more common than endarterectomy. Ann Vasc Surg. 2020;66:378-84.	
2020	1.125	Article	Faustino CB, Campos JR, Kauffman P, Leiderman DD , Tedde M, Cucato G, Fernandes PP, Leão PP, Wolosker N . Analysis of the results of videotoracoscopic sympathectomy in the treatment of hyperhidrosis in patients 40 years or older. Ann Vasc Surg. 2020;65:107-12.	3
2021	1.125	Article	Wolosker N , Silva MF, Leiderman DB , Stabellini N, Nogueira WA, Szlejf C, et al. Lower limb revascularization for peripheral arterial disease in 10,951 procedures over 11 years in a public health system: a descriptive analysis of the largest brazilian city. Ann Vasc Surg. 2021;70:223-9.	0

7.3.3 Mediana do fator de impacto dos trabalhos publicados

Fator de impacto das publicações	Mediana
0	
0	
0.801	
1.125	
1.125	
1.125	
1.125	
1.125	
1.179	
1.209	
1.363	
5.209	

1.125

7.3.4 Citações recebidas

Publicações versus citações		
Ano	Publicações	Citações
2017	3	0
2018	2	4
2019	4	9
2020	3	21
2021	1	20
Total	13	54

7.3.5 H-Index e M-quociente

Cálculo do H-Índex	
Tópicos	Dados
Quantidade de publicações	13
Soma do número de citações	54
Artigos que receberam citações	11
Média de citações por item	1,3
H-índex	5

Cálculo do M-quociente		
H-Index	5	1
Número de anos de publicação	5	

Publicações H-Índex				
Ano	FI	Categoria	Referência	Citações
2017	5.209	Article	Leiderman DB , de Campos JR, Kauffman P, Tedde ML, Yazbek G, Teivelis, MP, Wolosker N . The relation between age and outcomes of thoracic sympathectomy for hyperhidrosis: the older, the better. J Thorac Cardiovasc Surg 2018; 156(4):1748-1756.	13

2017	1.363	Review	Leiderman DB , Zerati AE, Wolosker N , Hoffmann Melo HA, da Silva ES, De Luccia N. Endovascular treatment of penetrating injury to the vertebral artery by a stab wound: case report and literature review. Ann Vasc Surg. 2017;45:267.e1-267.e5.	8
2019	Sem FI	Article	Vaidotas M, Yokota PK, Negrini NM, Leiderman DB , Souza VP, Santos OF, Wolosker N . Medication errors in emergency departments: is electronic medical record an effective barrier? einstein (Sao Paulo). 2019;17(4):eGS4282.	7
2017	1.363	Article	Zerati AE, Leiderman DB , Teixeira WG, Narazaki DK, Cristante AF, Wolosker N , et al. Endovascular treatment of late aortic erosive lesion by pedicle screw without screw removal: case report and literature review. Ann Vasc Surg. 2017;39:285.e17-285.e21.	5
2018	0.801	Article	Porciunculla MM, Leiderman DB , Altenfeder R, Pereira CS, Fioranelli A, Wolosker N , et al. Clinical, ultrasonographic and histological findings in varicose vein surgery. Rev Assoc Med Bras (1992). 2018;64(8):729-35.	5
2019	1.209	Article	Wolosker N , Leiderman DB , de Campos JR, Kauffman P, Tedde ML, Yazbek G, et al. Number of preoperative hyperhidrosis sites does not affect the sympathectomy postoperative results and compensatory hyperhidrosis occurrence. Thorac Cardiovasc Surg. 2019;67(5):407-14.	5
2019	1.125	Article	Leiderman DB , Zerati AE, Mariz MP, Wolosker N , Puech-Leão P, De Luccia N. The need for a vena cava filter in oncological patients with acute venous thrombosis: a marker of a worse prognosis. Ann Vasc Surg. 2019;60:35-44.	4
2020	1.125	Article	Faustino CB, Campos JR, Kauffman P, Leiderman DD , Tedde M, Cucato G, Fernandes PP, Leão PP, Wolosker N . Analysis of the results of videotoracoscopic sympathectomy in the treatment of hyperhidrosis in patients 40 years or older. Ann Vasc Surg. 2020;65:107-12.	3
2020	1.125	Article	Stabellini N, Wolosker N , Leiderman DB , da Silva MF, Nogueira WA, Amaro Jr E, Teivelis MP. Epidemiological analysis of carotid artery stenosis intervention during 10 years in the public health system in the largest city in Brazil: stenting has been	2

			more common than endarterectomy. Ann Vasc Surg. 2020;66:378-84.	
2018	1.179	Review	Leiderman DB, Wolosker N , Oliveira MV, Carvalho HA, Barão FT, Zerati AE, De Luccia N, Puech-Leão P. Paraplegia of lower limbs caused by a segmental thrombosis of the descending thoracic aorta reversed with endovascular treatment-a case report and literature review. Ann Vasc Surg. 2018;50:300.e5-300.e10.	1
2019	Sem FI	Article	Fioranelli A, Schmidt C, Wolosker N , Castelli Júnior V, Leiderman DB , Szutan LA. Leadership potential of physicians in a public teaching hospital in the city of São Paulo. einstein (Sao Paulo). 2019;17(1):eGS4191.	0
2020	1.125	Article	Ribeiro FS, Casella IB, Leiderman DB , Puech-Leão P, De Luccia N. Combined angioplasty technique of the carotid territory and supra-aortic trunk by double access (cervical and limbs) for tandem lesions. Ann Vasc Surg. 2020;68:570.e9-570.e15.	0
2021	1.125	Article	Wolosker N , Silva MF, Leiderman DB , Stabellini N, Nogueira WA, Szlejf C, et al. Lower limb revascularization for peripheral arterial disease in 10,951 procedures over 11 years in a public health system: a descriptive analysis of the largest brazilian city. Ann Vasc Surg. 2021;70:223-9.	0

8 REFERÊNCIAS

1. Lebeaux D, Fernández-Hidalgo N, Chauhan A, Lee S, Ghigo JM, Almirante B, et al. Management of infections related to totally implantable venous-access ports: challenges and perspectives. *Lancet Infect Dis*. 2014;14(2):146–59.
2. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, Larsson AT, Lindgren S, Lindwall R, et al.; Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. Clinical guidelines on central venous catheterisation. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014;58(5):508–24.
3. Zerati AE, Wolosker N, de Luccia N, Puech-Leão P. Cateteres venosos totalmente implantáveis: histórico, técnica de implante e complicações. *J Vasc Bras*. 2017;16(2):128–39.
4. Wolosker N, Yazbek G, Nishinari K, Malavolta LC, Munia MA, Langer M, et al. Totally implantable venous catheters for chemotherapy: experience in 500 patients. *Sao Paulo Med J*. 2004;122(4):147–51.
5. Valeri A, Borrelli A, Bontà M, Lucchese M, Tonelli P, Alessio F. Accessi venosi centrali a lungo termine. Esperienza relativa a 173 casi [Long-term central venous access. Experience with 173 cases]. *Minerva Chir*. 1999;54(11):769–75. Italian.
6. Zerati AE, Figueredo TR, de Moraes RD, da Cruz AM, da Motta-Leal Filho JM, Freire MP, et al. Risk factors for infectious and noninfectious complications of totally implantable venous catheters in cancer patients. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2016;4(2):200–5.
7. Nishinari K, Bernardi CV, Wolosker N, Yazbek G. Retained catheter: a rare complication associated with totally implantable venous ports. *J Vasc Access*. 2010;11(2):159–61.
8. Wu S, Huang J, Jiang Z, Huang Z, Ouyang H, Deng L, et al. Internal jugular vein versus subclavian vein as the percutaneous insertion site for totally implantable venous access devices: a meta-analysis of comparative studies. *BMC Cancer*. 2016;16(1):747.
9. Nagasawa Y, Shimizu T, Sonoda H, Mekata E, Wakabayashi M, Ohta H, et al. A comparison of outcomes and complications of totally implantable access port through the internal jugular vein versus the subclavian vein. *Int Surg*. 2014;99(2):182–8.
10. Ma LI, Liu Y, Wang J, Chang Y, Yu L, Geng C. Totally implantable venous access port systems and associated complications: a single-institution retrospective analysis of 2,996 breast cancer patients. *Mol Clin Oncol*. 2016;4(3):456–60.
11. Zottele Bomfim GA, Wolosker N, Yazbek G, Bernardi CV, Valentim LA, De Castro TM, et al. Comparative study of valved and nonvalved fully implantable catheters inserted via ultrasound-guided puncture for chemotherapy. *Ann Vasc Surg*. 2014;28(2):351–7.
12. Wolosker N, Yazbek G, Munia MA, Zerati AE, Langer M, Nishinari K. Totally implantable femoral vein catheters in cancer patients. *Eur J Surg Oncol*. 2004;30(7):771–5.
13. Lin CH, Wu HS, Chan DC, Hsieh CB, Huang MH, Yu JC. The mechanisms of failure of totally implantable central venous access system: analysis of 73 cases with fracture of catheter. *Eur J Surg Oncol*. 2010;36(1):100–3.
14. Wu CY, Fu JY, Feng PH, Kao TC, Yu SY, Li HJ, et al. Catheter fracture of intravenous ports and its management. *World J Surg*. 2011;35(11):2403–10.

15. El Hammoumi M, El Ouazni M, Arsalane A, El Oueriachi F, Mansouri H, Kabiri H. Incidents and complications of permanent venous central access systems: a series of 1,460 cases. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;47(2):117–23.
16. Cheng CC, Tsai TN, Yang CC, Han CL. Percutaneous retrieval of dislodged totally implantable central venous access system in 92 cases: experience in a single hospital. *Eur J Radiol.* 2009;69(2):346–50.
17. Filippou DK, Tsikkinis C, Filippou GK, Nissiotis A, Rizos S. Rupture of totally implantable central venous access devices (IntraporTs) in patients with cancer: report of four cases. *World J Surg Oncol.* 2004;2:36.
18. Pignataro BS, Nishinari K, Wolosker N, Bomfim GA. Fracture and migration into the coronary sinus of a totally implantable catheter introduced via the right internal jugular vein. *BMJ Case Rep.* 2014;2014:bcr2014207276–bcr2014207276.
19. Kurul S, Saip P, Aydin T. Totally implantable venous-access ports: local problems and extravasation injury. *Lancet Oncol.* 2002;3(11):684–92.
20. Hinke DH, Zandt-Stastny DA, Goodman LR, Quebbeman EJ, Krzywda EA, Andris DA. Pinch-off syndrome: a complication of implantable subclavian venous access devices. *Radiology.* 1990;177(2):353–6.
21. Ai N, Li L, Yin F, Li Z, Geng C, Yang G. Analysis of risk factors for implantable venous access port catheter fracture with internal jugular vein. *Ann Palliat Med.* 2020;9(1):30–6.
22. Kojima S, Hiraki T, Gobara H, Iguchi T, Fujiwara H, Matsui Y, et al. Fracture of totally implanted central venous access devices: a propensity-score-matched comparison of risks for Groshong silicone versus polyurethane catheters. *J Vasc Access.* 2016;17(6):535–41.
23. Carde P, Cosset-Delaigue MF, Laplanche A, Chareau I. Classical external indwelling central venous catheter versus totally implanted venous access systems for chemotherapy administration: a randomized trial in 100 patients with solid tumors. *Eur J Cancer Clin Oncol.* 1989;25(6):939–44.
24. Mutti C, Fumagalli A, Monni P, Rancati S, Rosi IM. “Ti racconto della mia scatoletta”: studio fenomenologico sull’esperienza di vivere con un catetere venoso centrale totalmente impiantato [“Let me tell you about my little box”: phenomenological study on the experience of living with a totally implantable central venous catheter]. *Assist Inferm Ric.* 2016;35(4):180–186. Italian.
25. Kim DH, Ryu DY, Jung HJ, Lee SS. Evaluation of complications of totally implantable central venous port system insertion. *Exp Ther Med.* 2019;17(3):2013–8.
26. Ko SY, Park SC, Hwang JK, Kim SD. Spontaneous fracture and migration of catheter of a totally implantable venous access port via internal jugular vein—a case report. *J Cardiothorac Surg.* 2016;11:50.
27. Sugawara E, Suga M, Soda M, Teramoto S, Kojo M. A case report of spontaneous fracture in a catheter of a totally implantable venous access port. *J Jpn Pract Surg Soc.* 1993;54:2702–4.
28. Smolyar AN, Ginzburg LM, Smirnov MA. [Totally implantable central venous port: analysis of complications and their prevention]. *Khirurgiia (Mosk).* 2019;(12):13–17. Russian.

29. Wu CF, Ko PJ, Wu CY, Liu YH, Kao TC, Yu SY, et al. A single-center study of vascular access sites for intravenous ports. *Surg Today*. 2014;44(4):723–31.
30. Chassard D, Bovis F, Paton P, Gelas P, Guiraud M, Bouletreau P. Catheter fracture and embolisation in a totally implanted venous access catheter (TIVAC) following shoulder trauma. *Clin Nutr*. 1992;11(5):315–7.
31. Klotz HP, Schöpke W, Kohler A, Pestalozzi B, Largiadèr F. Catheter fracture: a rare complication of totally implantable subclavian venous access devices. *J Surg Oncol*. 1996;62(3):222–5.
32. Balsorano P, Galducci G, De Fanti I, Evans SK, De Gaudio AR, Pelagatti C. Fractures of totally implantable central venous ports: more than fortuity. A three-year single center experience. *J Vasc Access*. 2014;15(5):391–5.
33. Kehagias E, Tsetis D. The “L-shaped tunneling technique”: a modified technique facilitating a more discreet implantable port positioning. *J Vasc Access*. 2016;17(2):195–9.
34. Saijo F, Mutoh M, Tokumine J, Yoshinobu O, Hama H, Namima T, et al. Late fracture of Groshong ports: a report of the three cases. *J Vasc Access*. 2019;20(5):563–6.
35. Braun U, Lorenz E, Weimann C, Sturm H, Karimov I, Ettl J, et al. Mechanic and surface properties of central-venous port catheters after removal: A comparison of polyurethane and silicon rubber materials. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016;64:281–91.
36. Seckold T, Walker S, Dwyer T. A comparison of silicone and polyurethane PICC lines and postinsertion complication rates: a systematic review. *J Vasc Access*. 201;16(3):167–77.
37. Nagasawa Y, Shimizu T, Sonoda H, Chou H, Mekata E, Tani T. Is catheter rupture rare after totally implantable access port implantation via the right internal jugular vein? Report of a case. *Surg Today*. 2014;44(7):1346–9.
38. Webber C, Gospodarowicz M, Sobin LH, Wittekind C, Greene FL, Mason MD, et al. Improving the TNM classification: findings from a 10-year continuous literature review. *Int J Cancer*. 2014;135(2):371–8.

Abstract

Introduction: The incidence of totally implantable catheter fracture ranges from 0.48 to 5%, and these fractures represent a potentially fatal complication. The fracture mechanism of catheters implanted via the jugular vein is unclear, and whether extreme arm movements represent an additional risk factor for repetitive stress of the material remains unknown. **Purpose:** To demonstrate and classify catheter deformations caused by extreme arm mobilization, characteristic that could be associated with major deformities and associations with changes in catheter function and displacement. **Methods:** We analyzed the fluoroscopy images of 60 consecutive patients undergoing long-term indwelling port implantation via the jugular vein. Three images were taken: arm in maximal abduction, maximal frontal elevation and maximal adduction. The images were compared to an image of the remainder of the arm. We analyzed three catheter regions to classify the deformity: A, connection between catheter and reservoir; B, the catheter's subcutaneous tunnel; and C, the catheter's entrance in the jugular vein. The deformations were classified in comparative manner as follows: 0 (no changes), 1 (minor changes, new slightly curvatures with angle greater than 90°) and 2 (major changes, new severe curvatures with angles of 90° or less). In each position, catheter function (injection and aspiration) and displacement of the reservoir and tip were analyzed. **Results:** Only 15% of patients did not show a deformity; 33.3% had a deformity in only one position, 47.7% in two positions and 10% in three positions. Minor deformities were observed in 70% of patients and major deformities in 40%, without any difference between right or left side of catheter implantation. Moreover, 25% of patients presented both major and minor deformities. Major deformities were observed in 25% of patients on maximal frontal elevation, in 23.3% on maximal adduction and in none on maximal abduction. Region B was the most affected, with 57.8% of all minor deformities and 78.1% of all major deformities, and major deformities were more frequent on maximal adduction and frontal elevation. There was no difference in major deformities between region A and C. No change in function was noted in 91.7% of the catheters and there was no association between worsening of catheter function and major deformities, greater tip or reservoir displacement. Maximal arm adduction resulted in greater vertical and horizontal displacement of the catheter tip and horizontal displacement of the reservoir and maximal frontal elevation resulted in greater vertical

displacement of catheter reservoir. The greatest body mass index values were associated with major deformities. **Conclusion:** Maximal frontal elevation and maximal adduction were associated with major catheter deformities, and the subcutaneous tunnel region was the most deformed catheter region. An association between major catheter deformity and high BMI was noted; in contrast, no association between the severity of catheter deformity, tip or reservoir displacement, or worsened functioning was observed.

Keywords: Catheters; Vascular access devices; Motor activity; Exercise