

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

PAULA GUARALDO VILLA CLÉ

**Avaliação isocinética da força de pronação e supinação e da função do
punho após osteossíntese com placa volar em indivíduos com fratura distal
do rádio**

Ribeirão Preto

2015

PAULA GUARALDO VILLA CLÉ

**Avaliação isocinética da força de pronação e supinação e da função do punho após
osteossíntese com placa volar em indivíduos com fratura distal do rádio**

Dissertação apresentada a Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de mestre
em Ciências

Área de concentração: Ciências da Saúde
Aplicadas ao Aparelho Locomotor

Orientador: Prof. Dr. Nilton Mazzer

Ribeirão Preto

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Clé, Paula Guaraldo Villa.

Avaliação isocinética da força de pronação e supinação e da função do punho após osteossíntese com placa volar em indivíduos com fratura distal do rádio. Ribeirão Preto, 2015.

90 p.: l.; 30 cm

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/ USP. Programa de Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor.

Orientador: Mazzer, Nilton.

1. Avaliação isocinética. 2. Força de pronação. 3. Fratura distal do rádio. 4. Músculo pronador quadrado. 5. Placa volar bloqueada.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome da aluna: Paula Guaraldo Villa Clé

Título do trabalho: Avaliação isocinética da força de pronação e supinação e da função do punho após osteossíntese com placa volar em indivíduos com fratura distal do rádio

Dissertação apresentada a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, junto ao Programa de Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor para obtenção do título de mestre em Ciências.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

*Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos
e marido, que estão sempre ao meu lado!!*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Nilton Mazzer, pelo apoio, orientação, e confiança em meu trabalho. Agradeço imensamente!

À Prof. Dra. Marisa de Cássia Registro Fonseca, a quem tenho muita admiração e carinho, que foi co-orientadora deste estudo, agradeço pela pelo aprendizado que me proporcionou, pelo apoio acadêmico, profissional e pessoal e a amizade.

Ao professor Rafael Inácio Barbosa, que contribui em todas as fases do estudo, desde o rascunho até a elaboração desta dissertação e do artigo. Sempre disponível e pronto para ajudar. Muito obrigada pela amizade e pela dedicação!

Ao fisioterapeuta Luciano, responsável pelo equipamento isocinético no serviço, pela ajuda nas coletas e disponibilidade!

Ao professor Cláudio Henrique Barbieri pela disponibilidade e contribuição com este projeto. E por ter me auxiliado na ida a um congresso internacional, que contribuiu muito com minha vida acadêmica.

À fisioterapeuta responsável pelo ambulatório de membro superior do Centro de Reabilitação do HCFMRP-USP Raquel Metzker Mendes Sugano pelas dicas, disponibilidade, confiança, compreensão e amizade.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho Daniel Martins Coelho, Alexandre Stuart, Guilherme Bonagamba, Felipe Serenza e Juliana Riul por compreenderem minhas ausências, por compartilharem seu conhecimento comigo, pela confiança no meu trabalho e pelos bons momentos que dividimos.

A todos os auxiliares de enfermagem (em especial Pedro, Kátia, Elizabeth e Márcia), técnicos de gesso (em especial Euripedes e Agenor) e a todos os médicos assistentes e residentes do Serviço de Ortopedia e Traumatologia do HCFMRP-USP por toda a ajuda e dedicação durante a realização da coleta de dados deste estudo.

Às funcionárias do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor por toda a gentileza e presteza com que sempre me atenderam.

À CAPES e à FAEPA pelo apoio financeiro para a realização deste estudo e apoio em eventos. Aos voluntários desse estudo por todo o tempo e confiança dedicados

Ao meu irmão, que auxiliou na análise estatística de todos os meus trabalhos. Obrigada pelo carinho, dedicação e horas perdidas na discussão dos dados.

Ao meu marido, que teve muita paciência em todo o processo da dissertação, obrigada pelo incentivo, parceria e dedicação!!!

Aos meus queridos pais, Rita e Eduardo, por todo o esforço que fizeram para que eu chegasse até aqui e por tudo que me ensinaram.

A toda a minha família, meus torcedores mais fiéis, em especial a minha irmã Marina, minha avó Ruth e meus sogros Ana Cristina e Maurílio. Obrigada pelo apoio e carinho!

Às minhas queridas amigas Ana Paula, Thaís, Lidiane, Camila, Tainan e Luiz Eduardo pela amizade verdadeira, pela torcida e por me tornarem sempre uma fisioterapeuta e uma pessoa melhor.

Aos meus queridos amigos de Ribeirão Preto, Lari, Carol, Pam, Caê, Paula, Kaled, Davi, Jonas e Rossi, que indiretamente contribuíram com este estudo, através da amizade, preocupações e companhia!!

À Deus, que nos fortalece a cada dificuldade e nos mostra sempre o melhor caminho!

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste estudo e com meu crescimento profissional e pessoal durante todo esse período, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

CLÉ, P.G.V. **Avaliação isocinética da força de pronação e supinação e da função do punho após osteossíntese com placa volar em indivíduos com fratura distal do rádio.** 2015. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2015.

A utilização da placa volar bloqueada para estabilização da fratura distal do rádio tem sido a técnica mais utilizada por apresentar menos complicações no pós-operatório em comparação com outros tipos de abordagens. Nesta abordagem o músculo pronador quadrado (PQ) é liberado da sua inserção no rádio e a placa é posicionada abaixo deste músculo. O PQ tem uma participação importante no movimento de pronação e estabilização da articulação radioulnar distal. O objetivo do estudo foi avaliar as repercussões desta intervenção cirúrgica na força de pronação e na função do punho. A amostra incluiu 14 indivíduos com fratura distal do rádio submetidos a osteossíntese com placa volar, avaliados comparativamente, ou seja, os punhos operados comparados com os punhos contralaterais com 1 semana, 1, 3 e 6 meses de pós-operatório (PO). Utilizou-se nas avaliações o questionário DASH, a medida da amplitude de movimento do punho (ADM), a força de preensão e das pinças empregando o dinamômetro (Jamar® e Pinch Gauge®), e o dinamômetro isocinético (Biodex System 4®) para a mensuração das forças de pronação e supinação do punho. Foi aplicado o teste t de Student para amostras pareadas e valores $p < 0,05$ foram considerados significativos. A recuperação das amplitude do punho foi parcial, a maioria das amplitudes avaliadas apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), exceto as medidas de extensão passiva e desvio ulnar passivo, após 6 meses de PO. Não houve diferença significativa nas forças das pinças. Após 3 meses de PO a preensão palmar apresentou um déficit de 28,55% do lado operado em relação ao não-operado e após 6 meses este déficit diminuiu para 14,53% apresentando diferença significativa ($p = 0,011$). Foi obtida uma média de 9,27 pontos no DASH após 6 meses de PO. Os valores médios do pico do torque e trabalho total de pronação foram menores nos punhos operados, e apresentou diferença significativa no trabalho total de pronação após 6 meses de PO ($p = 0,026$). Este estudo sugere que a abordagem volar na fratura distal do rádio tem um impacto na função do punho. Recomenda-se a dissecação cuidadosa do PQ na cirurgia, repará-lo sempre que possível e acompanhar estes pacientes a longo prazo.

Palavras-chave: avaliação isocinética; força de pronação; fratura distal do rádio; placa volar bloqueada; pronador quadrado.

ABSTRACT

CLÉ, P.G.V. **Isokinetic evaluation of pronation and wrist function after volar locking plate of distal radius fractures.** 2015. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2015.

The use of locked volar plates for the stabilization of distal radius fractures (DRF) has been the most frequently used technique because it presents minor complications postoperatively compared to others approaches. In this surgical technique the pronator quadratus muscle (PQ), which plays an important role in the movement of pronation and stabilization of the distal radioulnar joint, is released from its insertion. The aim of the present study was to assess the effects of this intervention in pronation strength and wrist function. The sample consisted of 14 individuals underwent open reduction and internal fixation with the volar locking plate for DRF. The examinations included measurement of wrist range of motion (ROM) with a goniometer, grip and pinch strengths using a Dynamometer, functional assessment using the DASH score and the measurement of pronation and supination strengths using an isokinetic dynamometer. At 6 months the recovery of wrist ROM was partial, most of the evaluated amplitudes showed significant differences, except the passive extension and passive ulnar deviation. No significant differences were found in pinch strengths. Grip strength presented a 28.55% deficit of the operated side at 3 months, and this deficit decreased to 14.53% with significant difference at 6 months. An average of 9.27 in the DASH score was obtained at final evaluation. The mean values of peak pronation torque and total pronation work were lower in operated wrists, and the total pronation work presented significant difference at 6 months. This study suggests that the volar approach on DRF has impact on wrist function and in pronation strength. Careful dissection of the PQ muscle in surgery, repair it whenever possible and longer follow-up periods over 12 months were recommended.

Keywords: distal radius fracture, isokinetic evaluation, pronation strength, volar locking plate, and wrist function.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Classificação da fratura distal do rádio segundo à AO.....	19
FIGURA 2 - Acesso cirúrgico conhecido como “acesso de Henry modificado”	21
FIGURA 3 - Músculos pronador redondo e pronador quadrado.....	22
FIGURA 4 - Fórmulas do Torque e Trabalho.....	24
FIGURA 5 - Via de acesso cirúrgico no punho (<i>acesso de Henry modificado</i>).....	29
FIGURA 6 - Abertura do primeiro compartimento associada a tenotomia do músculo braquiorradial	29
FIGURA 7 - Fratura do rádio (intra-operatório)	29
FIGURA 8 - Sutura do músculo Pronador Quadrado (PQ)	29
FIGURA 9 - Dinamômetro hidráulico (Jamar®).....	32
FIGURA 10 - Posicionamento segundo a SBTM	32
FIGURA 11 - Dinamômetro de pinças digitais (Preston Pinch Gauge®)	32
FIGURA 12 - Posicionamento para medida da força muscular das pinças digitais segundo a SBTM (lateral, polpa-polpa e trípole).....	33
FIGURA 13 - Coleta de dados da força de pronação e supinação dos indivíduos no equipamento Isocínético (Biodex System 4®)	33
FIGURA 14 - Raio-X pré operatório de um dos indivíduos do estudo.....	34
FIGURA 15 - Fluxograma do estudo	35
FIGURAS 16 e 17 - Raio-X do punho de um indivíduo do estudo após a cirurgia e colocação da placa para redução da fratura, Raio-X AP (antero-posterior) e Perfil respectivamente.....	37

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Dados demográficos dos participantes do estudo	36
TABELA 2 - Classificação das fraturas encontradas no estudo segundo à AO	37
TABELA 3 - Resultados clínicos após 1 mês da cirurgia.....	42
TABELA 4 - Resultados clínicos após 3 meses da cirurgia.....	43
TABELA 5 - Resultados clínicos após 6 meses da cirurgia.....	44
TABELA 6 - Avaliação isocinética após 3 meses da cirurgia	45
TABELA 7 - Avaliação isocinética após 6 meses da cirurgia	46

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Distribuição dos indivíduos pelo mecanismo de trauma.....	36
GRÁFICO 2 - Distribuição do escore do DASH dos indivíduos ao longo do tempo	45

LISTA DE SIGLAS

ADM: Amplitude de movimento

AO/ASIF: Association for Osteosynthesis (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen)/
Association for the Study of Internal Fixation

ASHT: American Society of Hands Therapists

CER: Centro de Reabilitação

DASH: Disability of the arm, shoulder and hand

EMG: Eletromiografia

HCFMRP: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

PO: Pós-operatório

SBTM: Sociedade Brasileira de Terapia da Mão e do Membro Superior

SDRC: Síndrome dolorosa regional complexa

TCLE: Termo de consentimento livre e esclarecido

USP: Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1 <i>Fratura distal do rádio</i>	<i>18</i>
2.2 <i>Osteossíntese com placa volar bloqueada</i>	<i>20</i>
2.3 <i>Pronador Quadrado.....</i>	<i>21</i>
2.4 <i>Avaliação do punho</i>	<i>23</i>
3 OBJETIVOS	26
4 METODOLOGIA	28
4.1 <i>Amostra.....</i>	<i>28</i>
4.2 <i>Técnica Cirúrgica.....</i>	<i>28</i>
4.3 <i>Recrutamentos, coleta e local</i>	<i>30</i>
4.4 <i>Orientações Fisioterapêuticas</i>	<i>30</i>
4.5 <i>Procedimentos.....</i>	<i>31</i>
4.6 <i>Caracterização da amostra.....</i>	<i>35</i>
5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
6 RESULTADOS	41
6.1 <i>Resultados Clínicos.....</i>	<i>41</i>
6.2 <i>Avaliação Isocinética após 3 meses de PO.....</i>	<i>46</i>
6.3 <i>Avaliação Isocinética após 6 meses de PO.....</i>	<i>46</i>
7 DISCUSSÃO	48
8 CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	65
<i>Anexo A - Aprovação do Comitê de Ética.....</i>	<i>65</i>
<i>Anexo B - Questionário de Disfunção do Membro Superior (DASH).....</i>	<i>66</i>
APÊNDICES	69
<i>Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</i>	<i>69</i>
<i>Apêndice B - Ficha de Avaliação do Punho</i>	<i>72</i>
<i>Apêndice C - Tabelas</i>	<i>74</i>
<i>Submissão do artigo em revista</i>	<i>76</i>

1 INTRODUÇÃO

As fraturas distais do rádio são as fraturas mais comuns do esqueleto humano (ALBERTONI, FALOPPA, BELOTTI, 2002; DIAZ-GARCIA et al., 2011). Elas correspondem a um sexto de todas as fraturas atendidas nas salas de emergências, sendo responsáveis por um alto custo nos sistemas de saúde (OLIVEIRA-FILHO, BELANGERO, TELES, 2004). Foi feito um estudo durante os anos de 2002 e 2003, em um serviço de emergência da rede pública brasileira e foi observado que o tipo de lesão mais frequente foi a fratura (48% dos casos), sendo a fratura distal do rádio a mais comum (7%) (BRAGA JUNIOR et al., 2005).

A incidência desta fratura no Reino Unido é de 9 por 10 mil homens e 37 por 10 mil mulheres por ano (NAZAR et al., 2009) e nos Estados Unidos foi registrado por volta de 640.000 casos em 2001 (CHUNG, SPILSON, 2001). Estima-se que devido às mudanças demográficas que vem ocorrendo nos países, culminando com um aumento da expectativa de vida, a incidência dessa fratura na população idosa deva aumentar em 50% até 2030 (FIGL et al., 2009).

As fraturas decorrentes de traumatismo de alta energia, como acidentes automobilísticos ou quedas de alturas, acometem principalmente jovens. No entanto, na população idosa, estas fraturas frequentemente resultam de queda da própria altura e outros traumas de baixa energia (DIAZ-GRACIA et al., 2011; LAINO, TEJWANI, 2012).

Para decidir qual o melhor tipo de tratamento das fraturas distal do rádio é necessário considerar o grau de instabilidade, de desvio, o mecanismo da fratura e as lesões associadas. Geralmente fraturas estáveis sem desvio ou com desvios redutíveis são tratadas conservadoramente com imobilização gessada. As fraturas irreduzíveis necessitam de tratamento cirúrgico com redução aberta e fixação interna. Já nas fraturas com desvio redutíveis porém instáveis também podem ser tratadas com fixação interna ou externa (SCHNEPPENDAHL et al., 2012; ALBERTONI; FALOPPA; BELOTTI, 2002).

Atualmente, o tratamento das fraturas instáveis empregando a abordagem volar e osteossíntese com uma placa volar bloqueada tem sido preconizada. A justificativa é que os resultados apresentam menor incidência tanto na diminuição da inclinação volar como na inclinação radial de acordo com Gruber e colaboradores (2008). Na literatura relata-se poucas

complicações no pós-operatório utilizando este método de osteossíntese. Também foi observado que a placa volar reduz o risco da irritação dos tendões, apontados como um dos grandes problemas da placa dorsal (ARORA et al., 2007).

Pela técnica convencional na abordagem volar, o músculo pronador quadrado (PQ) é desinserido do rádio para acomodar a placa volar. Ao final do procedimento o reparo do PQ é considerado difícil devido a inserção do músculo não ser forte o suficiente para segurar a sutura (HUH et al., 2012) e a retração do músculo (CHIRPAZ-CERBAT et al., 2011).

Os músculos pronador quadrado (PQ) e o pronador redondo (PR) são importantes pronadores do antebraço. O PQ é formado por duas porções: uma profunda e outra superficial. A porção profunda parece ter um papel de estabilização da articulação radioulnar distal e, a superficial contribui primariamente para pronação (GORDON et al., 2004). Estudos eletromiográficos que avaliaram a função do PQ e PR, demonstraram atividade de ambos pronadores durante o movimento da pronação, porém o músculo pronador redondo apresentou maior atividade durante a pronação resistida ou na posição de pronação máxima. Já a porção profunda do PQ apresentou-se ativa durante todo o movimento de pronação e de supinação, como também em atividades de preensão (GORDON et al., 2004).

O dinamômetro isocinético permite mensurar a força muscular e tem sido usado para avaliação após um trauma ou intervenção cirúrgica. Entretanto, existem poucos estudos que avaliaram o membro superior com o equipamento isocinético nas situações descritas acima, sendo realizados com indivíduos saudáveis ou atletas (MCCONKEY et al., 2009; ELLENBECKER et al., 2006).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Fratura distal do rádio

A fratura distal do rádio é uma lesão que provoca incontáveis interesses e debates. É frequente, representando aproximadamente um sexto de todas as fraturas nos serviços de emergências. A maioria delas é extra-articular e resultante de quedas da própria altura. Apresentam uma distribuição bimodal em grupos distintos: nas crianças e nos idosos. Na população idosa é mais frequente em mulheres, sendo atribuída a osteoporose pós menopausa (ILYAS, JUPITER, 2010). É a segunda fratura mais comum que acomete idosos, logo após das fraturas de quadril (DIAZ-GARCIA et al., 2011).

Existem fatores importantes que determinam a escolha do tratamento ideal para estas fraturas segundo Bales e Stern (2012). São eles: mecanismo da lesão, tempo decorrido entre a fratura e o tratamento definitivo, e a escolha compartilhada do método cirúrgico com o paciente.

O mecanismo da lesão permite determinar a intensidade da energia envolvida na fratura revelando informações como a qualidade do osso e as lesões associadas. Traumas de baixa energia, como uma queda da própria altura, desperta a atenção do ortopedista em relação a presença da osteoporose ou outra doença metabólica que interfira na qualidade óssea. Já os traumas de alta energia frequentemente estão relacionados com pessoas adultas, ativas, jovens e usualmente necessitam de uma intervenção cirúrgica. Por outro lado, o médico traumatologista deverá avaliar se há lesões associadas nos ossos do carpo, no cotovelo, no ombro e no pescoço (BALES, STERN, 2012).

Quanto ao tempo decorrido da fratura até o tratamento definitivo, o cirurgião deverá contar com sua experiência na tomada da decisão. Não há um tempo padronizado, sendo que este é variável em cada caso. É conhecido que nos primeiros 5 dias após a fratura há edema e após decorridos 14 dias da fratura já inicia uma neo-formação de tecido ósseo, dificultando a redução da fratura. A indicação é de operar de 7-14 dias após a fratura (BALES, STERN, 2012).

E finalmente, é fundamental compartilhar a decisão do tratamento com o paciente, onde consideram-se as expectativas do paciente, seu estilo de vida e as lesões associadas. (BALES, STERN, 2012).

Existem várias classificações para fratura distal do rádio como: Fykmán (1967), Classificação de ASIF/AO (Associação Suíça para estudos das fixações internas / Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Müller, 1990), Sistema de Classificação Universal (Cooney, 1993) e Fernandez e Jupiter (1993).

O sistema de classificação de Frykman distingue entre fraturas extra-articulares e intra-articulares das articulações radio-carpal e radio-ulnar, e presença ou ausência de fratura distal da ulna associada (processo estilóide). Existem 8 tipos (I até VIII): quanto maior o número maior a complexidade da fratura. O sistema Universal divide as fraturas em 4 tipos (I até o IV), distinguindo entre fraturas extra-articular e intra-articular e fraturas com ou sem deslocamento. O sistema de Fernandez e Jupiter foi baseado no mecanismo de trauma e desenvolvido para ser prático. Sugerem padrões instáveis e estáveis, identifica lesões equivalentes em crianças, inclui lesões associadas e indica recomendações gerais de tratamento (JUPITER, FERNANDEZ, 1997).

Neste estudo utilizamos a classificação da AO pois é a mais utilizada pelo Grupo de Cirurgia da Mão do nosso do serviço. Esta classificação é organizada em ordem crescente da gravidade das lesões ósseas e articulares. Cada osso e segmento ósseo recebe uma designação. Os três tipos básicos incluem: extra-articular (tipo A), fraturas articulares simples (tipo B), e fraturas intra-articulares complexas (tipo C). Estas classificações auxiliam a direcionar o tratamento, a categorizar as fraturas levando em conta os critérios de estabilidade e deslocamento (ILYAS; JUPITER, 2010) (Figura 1).

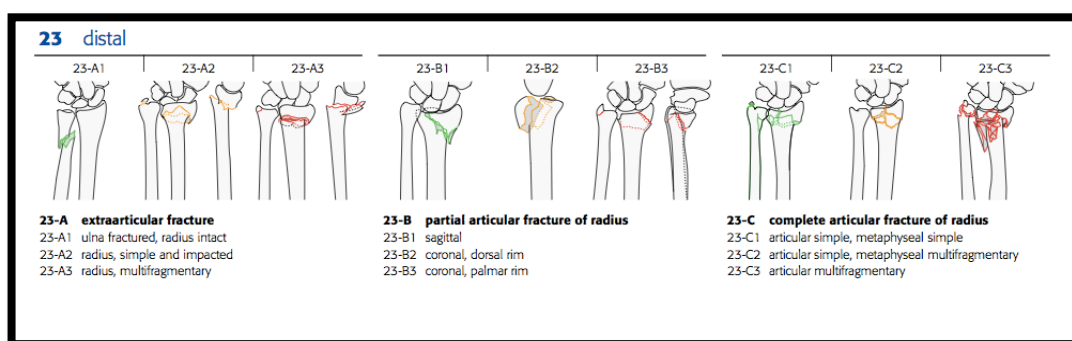


Figura 1- Classificação da Fratura distal do rádio segundo à AO. Fonte adaptada: Muller. AO Classification of fractures/ long bones, 2006. Copyright by AO Publishing, Switzerland.

2.2 Osteossíntese com placa volar bloqueada

O tratamento das fraturas instáveis empregando placa volar tem sido utilizado pois proporciona estabilidade imediata e permite mobilização ativa precoce (ROZENTAL, BLAZAR, 2006). Foi observado que esta placa reduz o risco da irritação dos tendões extensores, o problema mais comum da placa dorsal (ARORA et al., 2007).

Inúmeras complicações foram relatadas no pós-operatório com placas dorsais e/ou volares tais como: tenossinovite e/ou ruptura do tendão extensor ou do tendão flexor, síndrome dolorosa regional complexa (SDRC), síndrome do túnel do carpo, retardo da consolidação, soltura do implante, consolidação viciosa, lesões nervosas e artrose radiocárpica e radioulnar (ALBERTONI et al., 2002; ARORA et al., 2007). Arora e colaboradores compararam as complicações decorrentes da placa volar e da placa dorsal e não encontraram diferença significativa, porém a placa volar apresentou mais complicações neurais, relativa ao nervo mediano, do que a placa dorsal.

As indicações da abordagem volar no tratamento da fratura distal do rádio têm aumentado com o surgimento de novos implantes como as placas volares de ângulo fixo. São indicadas na fratura articular volar (fratura de “Barton”), na fratura extra-articular com deslocamento volar (fratura de “Smith”) e ainda nas fraturas intra-articulares (PROTOPSALTIS, RUCH, 2008).

Podem ser contraindicadas nas fraturas de pacientes que apresentam fise aberta, nas fraturas expostas, com falha de cobertura e nas fraturas-luxações do carpo. Seu uso isolado pode ter contraindicações relativas nas fraturas secundárias a traumas de alta energia, nas fraturas instáveis e cominuídas (AO23C3) por frequentemente necessitarem de suporte extra ou fixação externa (PROTOPSALTIS, RUCH, 2008).

A osteossíntese é feita através de um acesso volar, lateral ao tendão do músculo flexor radial do carpo (*acesso de Henry*) (Figura 2). O músculo pronador quadrado é liberado de sua inserção radial, para exposição da região metafisária para visualização da fratura e fixação da placa volar. No final da cirurgia, são obtidas as imagens de Raio-X e o músculo pronador quadrado é suturado quando possível (CHUNG, PETRUSKA, 2007). Alguns autores relatam dificuldades no reparo do PQ devido a inserção do músculo não ser forte o bastante para

suportar a sutura (HUH et al., 2012) e/ou a retração do músculo (CHIRPAZ –CERBAT et al., 2011).

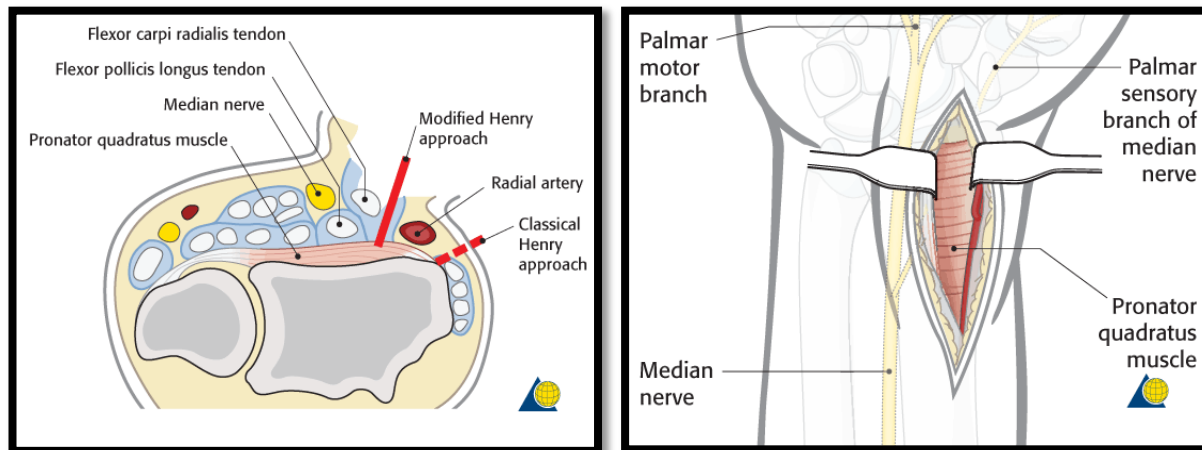


Figura 2 – Acesso cirúrgico volar conhecido como “acesso de Henry modificado”. Fonte adaptada do site www.aofoundation.org. Copyright by AO Publishing, Switzerland

2.3 Pronador Quadrado

O pronador quadrado (PQ) é um pequeno músculo em formato retangular que se estende sobre a face volar distal do rádio e da ulna. O músculo PQ é formado por duas porções, uma superficial e outra profunda (HEIDARI et al., 2011). A porção profunda possui papel importante na estabilização da articulação radio-ulnar distal e a porção superficial acredita-se que tenha como função principal a pronação (GORDON et al., 2004). Já o músculo pronador redondo tem formato mais longilíneo e se estende do epicôndilo medial do úmero e do processo coronóide da ulna até a face lateral do 1/3 médio da diáfise do rádio (Figura 3).

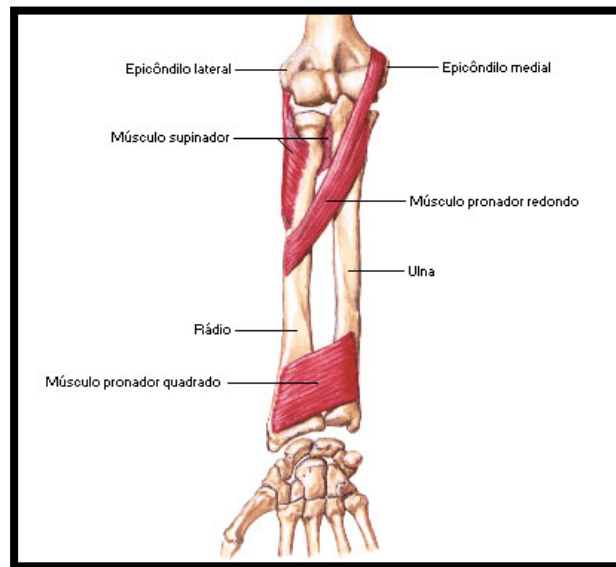


Figura 3 - Músculos pronador redondo e pronador quadrado. Fonte adaptada: NETTER, Frank H. Atlas de Anatomia Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Em um estudo no qual foi utilizada a eletromiografia (EMG), foi demonstrado que tanto o músculo PQ quanto o músculo PR estavam ativos durante o movimento de pronação, porém o músculo PR fica mais ativo durante o movimento de pronação resistida ou em posição extrema de pronação do antebraço. Já a porção mais profunda do músculo PQ foi ativa durante todos os momentos de pronação, supinação e em atividades de preensão, corroborando assim com a hipótese de que é um estabilizador da articulação radio-ulnar distal (GORDON et al., 2004).

McConkey e colaboradores (2009), investigaram a contribuição do músculo PQ na geração do torque de pronação em indivíduos saudáveis antes e após paralisia temporária do músculo PQ (com injeção de lidocaína). Foi demonstrado um decréscimo significativo de 21% do torque de pronação quando injetada a lidocaína sugerindo assim uma participação importante do músculo PQ.

A redução aberta com fixação interna das fraturas distais do rádio (abordagem volar) agride o músculo PQ, podendo resultar em um déficit no torque da pronação. A medida deste torque é uma importante ferramenta para a avaliação pós-operatória nos pacientes que forem submetidos a esta abordagem (MCCONKEY et al., 2009).

2.4 Avaliação do punho

Os métodos tradicionais para avaliação da função do punho e da mão, após uma intervenção cirúrgica, consistem na medida da força de preensão com dinamômetro e na avaliação da amplitude de movimento com goniômetro. No entanto, estes métodos não abordam alguns aspectos como a habilidade do paciente para executar as atividades da vida diária, o retorno ao trabalho e a dor. Desta maneira, tem crescido o emprego de questionários que incluam domínios funcionais e de sintomas. Muitos questionários são utilizados para avaliar as incapacidades do membro superior, como o Short Form-36 (SF-36) de forma mais genérica, o Disability of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) que analisa o membro superior como um todo e outros direcionados a alguma disfunção como síndrome do túnel do carpo (STC), e ainda o Patient-rated wrist evaluation questionnaire (PRWE), específico para problemas no punho (CHANGULANI et al., 2006).

O DASH foi descrito pela primeira vez por Hudak e colaboradores em 1996. O objetivo foi desenvolver uma ferramenta que possibilitasse a avaliação do membro superior como unidade funcional. Isto permitiria a uniformidade nas pesquisas e daria dados mais relevante para o paciente sobre ele mesmo do que outros métodos, como a radiografia ou a amplitude de movimento e a preensão. É um instrumento confiável e foi validado para diversas populações (BEATON et al., 2001; ORFALE et al., 2005) incluindo os pacientes portadores de fratura distal do rádio (SCHMITT, DI FABIO, 2004).

Além destes questionários, um outro instrumento de avaliação que fornece informações importantes sobre a função do membro superior é o dinamômetro isocinético. Este dispositivo é utilizado para avaliar a função de diversas articulações em atletas, pessoas saudáveis e indivíduos no pós-operatório (ELLENBECKER et al., 2006; GALLAGHER et al., 1997).

O teste isocinético permite medir o torque durante um movimento constante, com velocidade pré-determinada, possibilitando assim quantificar a função e força do indivíduo (HUH et al., 2012).

O torque, também chamado de momento máximo (M), é definido como efeito rotacional da força gerada por um único músculo ou grupo muscular, em relação à articulação. E o trabalho (W) é definido como o trabalho realizado ou a energia despendida pelo músculo para realizar determinado movimento (ZEEVI DVIR, 2002) (Figura 4).

$M \text{ (Nm)} = F_r \times d$	$W \text{ (J)} = M_m \times A$
M: Torque ou Momento máximo	W: trabalho
Fr: força rotacional	M_m : momento médio
d: comprimento da alavanca	A: deslocamento angular
Nm: newton-metro	J: Joules

Figura 4: Fórmulas do Torque e Trabalho. Fonte adaptada: Zeevi Dvir, 2002.

O teste isocinético pode ser empregado para medir de maneira dinâmica a força do punho e do antebraço, fornecendo maiores detalhes da estimativa da força do balanço da musculatura agonista /antagonista (ELLENBECKER et al., 2006).

Até o momento não há um consenso em relação a real participação do músculo PQ no movimento de pronação e também em relação ao impacto da cirurgia com abordagem volar na força de pronação e supinação e na estabilização do punho.

3 OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo foram:

- Avaliar de forma prospectiva a função do punho dos indivíduos com fratura distal do rádio submetidos à osteossíntese com placa volar a curto e médio prazo (1 semana de pós-operatório, 1 e 3 e 6 meses de PO), através da amplitude de movimento, as forças de preensão palmar e das pinças e pela aplicação do questionário específico de membro superior.

- Avaliar as repercussões da técnica cirúrgica (abordagem volar com desinserção e reinserção do músculo PQ) nas forças de pronação e supinação através do dinamômetro isocinético.

4 METODOLOGIA

4.1 Amostra

Sujeitos

Os indivíduos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão abaixo. Os dados foram coletados do punho operado e do não-operado para a comparação funcional entre eles e para posterior análise estatística.

Critérios de inclusão

Foram recrutados indivíduos com idade acima de 18 anos, de ambos os sexos, portadores de fratura distal do rádio, unilateral, submetidos à osteossíntese com placas volares LCP 2,4 mm bloqueadas, na primeira semana de pós-operatório e sem outras fraturas prévias ou lesões associadas do membro superior.

Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo os pacientes que não se enquadraram nos critérios de inclusão, e também os indivíduos que apresentaram: redução inadequada da fratura ou perda da redução, fratura associadas à doença de base (tumores ósseos, metástases), desenvolvimento da síndrome dolorosa regional complexa, doença reumática inflamatória, doenças neurológicas, demência e/ou distúrbios cognitivos que interfiram no processo de reabilitação e indivíduos que não pudessem permanecer na posição sentada durante os testes.

4.2 Técnica Cirúrgica

A abordagem volar para a osteossíntese é executada no espaço entre o tendão do músculo flexor radial do carpo e a artéria radial, com uma incisão na pele de 6 a 8 cm. O tendão do músculo flexor radial do carpo é retraído para ao lado ulnar e a artéria radial é identificada. O tendão do músculo flexor longo do polegar também é identificado e afastado para o lado ulnar. Assim temos uma exposição do músculo pronador quadrado, que deverá ser desinserido da sua porção radial. Este músculo afastado facilita o acesso ao local da fratura permitindo a redução e fixação da mesma com a placa LCP 2,4 mm. A estabilidade da

articulação radio-ulnar distal deve ser testada em neutro, em pronação e em supinação. Se houver instabilidade, a articulação será fixada e imobilizada no pós operatório (CHUNG, PETRUSKA, 2007). Ao final da cirurgia foram obtidas imagens radiográficas. Todos os indivíduos tiveram o pronador quadrado suturado e reinserido.

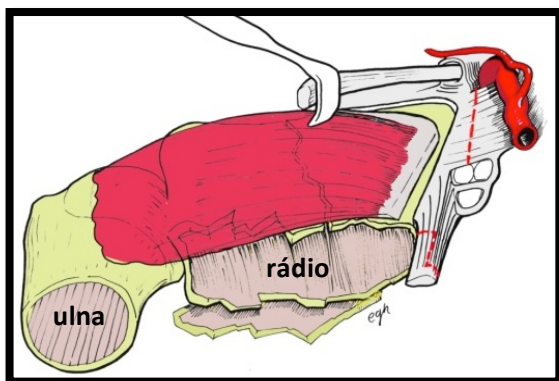


Figura 5 - Via de acesso cirurgico
(acesso palmar de Henry modificado)

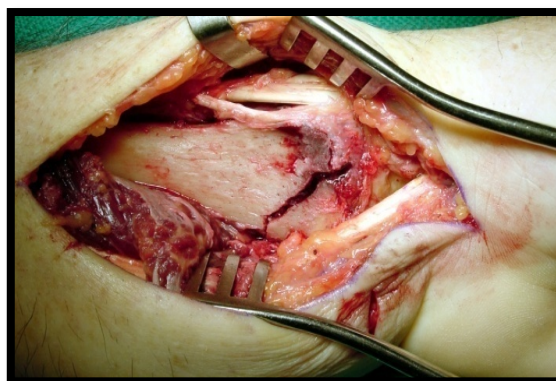


Figura 6 *- Abertura do primeiro compartimento
associada a tenotomia do tendão do músculo braquiorradial

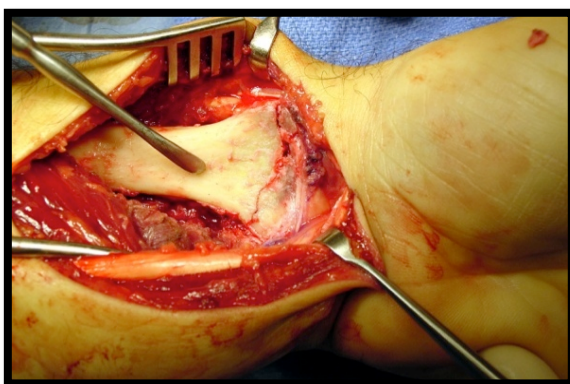


Figura 7 * - Fratura do rádio (intra-operatório)

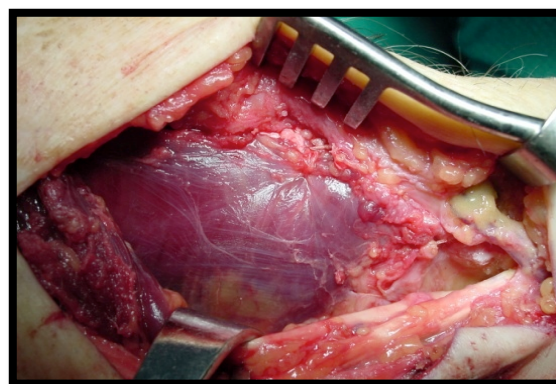


Figura 8* - Sutura do músculo PQ

* Fotografias cedidas do acervo do orientador.

4.3 Recrutamentos, coleta e local

Foram selecionados pacientes com fratura distal do rádio, admitidos pelo serviço de Ortopedia e Traumatologia da Unidade de Emergência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão da Universidade de São Paulo (UE-HCFMRP-USP), que preencheram os critérios de inclusão descritos acima e que fizeram seguimento no ambulatório do Serviço de Cirurgia do Membro Superior, Mão e Microcirurgia de julho de 2013 a dezembro de 2014.

No primeiro retorno, com 1 semana de pós-operatório, os indivíduos foram avaliados, solicitada a permissão para participação na pesquisa, entregue o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice A), e orientados quanto aos cuidados pós-cirúrgicos e ao processo de reabilitação conforme o protocolo do serviço. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto sob número 284.718 (Anexo A).

O acompanhamento dos indivíduos foi realizado no Ambulatório de Ortopedia após 1 semana, 1, 3 e 6 meses de PO. Foram marcados dois retornos adicionais para a avaliação com o dinamômetro isocinético após 3 e 6 meses de PO.

Os indivíduos procedentes de Ribeirão Preto foram encaminhados para tratamento no Centro de Reabilitação (CER) do HCRP e os procedentes de outras cidades foram encaminhados aos respectivos serviços de fisioterapia.

4.4 Orientações Fisioterapêuticas

Com uma semana de pós-operatório, os indivíduos foram orientados segundo protocolo do serviço, quanto aos cuidados com a ferida operatória, medidas anti-edema, utilização de compressa de gelo por 15-20 minutos para analgesia, mobilização ativo-assistida das articulações livres (ombro, cotovelo, metacarpofalangeanas e interfalangeanas proximais e distais) e encaminhados para o serviço de fisioterapia da cidade de origem.

No retorno de 1 mês de PO, os indivíduos eram orientados a realizar exercícios ativos-livre do punho em todas as direções (flexão, extensão, desvios radial e ulnar) e do antebraço (pronação e supinação). Após 6-8 semanas de PO, foram incluídas novas orientações quanto a mobilização passiva do punho e início de fortalecimento de dedos, sendo que após 8 semanas era liberado o fortalecimento muscular do punho com resistência leve e progressiva, conforme dor.

4.5 Procedimentos

Os indivíduos foram submetidos a uma avaliação do punho, que incluiu as medidas da amplitude de movimento (ADM) ativa e passiva; a força muscular da preensão e das pinças com o dinamômetro (Jamar® e Preston Pinch Gauge®); a força muscular de pronação e supinação utilizando um dinamômetro isocinético, e a aplicação de um questionário de disfunção do membro superior (DASH).

A amplitude de movimento (ADM) foi avaliada no punho operado e também no punho não-operado através do goniômetro segundo Marques (2003). Foram realizadas medidas dos movimentos ativos e passivos da flexão e extensão do punho, dos desvios ulnar e radial e da pronação e supinação.

A força muscular foi mensurada pela medida da força de preensão palmar isométrica através do dinamômetro hidráulico (Jamar®) (Figura 9) de acordo com as recomendações da *American Society of Hands Therapists (ASHT)* e da *Sociedade Brasileira de Terapia da Mão e do Membro Superior (SBTM)*. Para a realização das mensurações, os indivíduos foram posicionados sentados, com os pés apoiados no chão, o ombro aduzido, o cotovelo fletido a 90°, antebraço em posição neutra e, o punho com extensão podendo variar entre 0 a 30°. (ABDALLA, BRANDÃO, 2005) (Figura 10).



Figura 9. Dinamômetro hidráulico (Jamar®) Figura 10 – Posicionamento segundo à SBTM

As mensurações das forças de pinças polpa-polpa, três pontos e lateral foram realizadas utilizando o dinamômetro Preston Pinch Gauge® (Figura 11), seguindo a padronização recomendada pela ASHT e pela SBTM, com posicionamento similar ao dinamômetro de preensão Jamar®, acrescentando-se o polegar posicionado em discreta flexão da interfalângica e os demais dedos não envolvidos na pinça em semiflexão (ABDALLA, BRANDÃO, 2005).

Foram obtidas três medições da preensão palmar e de cada uma das três pinças digitais com intervalo mínimo de um minuto entre elas para repouso, alternadas entre o lado não operado e o operado, sendo registrados os resultados finais pela média das três tentativas em quilograma-força (Kgf) (Figura 12).



Figura 11 – Dinamômetro de pinças digitais (Preston Pinch Gauge®)



Figura 12- Posicionamento para medida da força muscular das pinças digitais segundo a SBTM (lateral, polpa-polpa e tripode).

Para as medidas das forças de pronação e supinação do antebraço foi utilizado o dinamômetro isocinético (Biodex System 4®), feitas de acordo com o estudo de Huh et al. (2012). Os indivíduos foram posicionados na cadeira do dinamômetro isocinético com ângulo de encosto fixado em 90°, estabilizados na cadeira com cintos colocados em diagonal sobre o tórax, pelvis e braço testado. Os testes foram realizados durante os movimentos de pronação e supinação nos dois antebraços na mesma velocidade (90° s-1). O lado não operado foi sempre testado antes. Os pacientes fizeram 5 repetições para cada condição. O pico de torque foi definido como o maior pico e o trabalho total foi definido como a média dos 5 picos. Foram analisados os valores do lado afetado em comparação ao não afetado, sem considerar a dominância. A avaliação com o dinamômetro isocinético foi realizada após 3 meses de pós-operatório devido ao período de cicatrização dos tecidos (Figura 13).



Figura 13 – Coleta de dados da força de pronação e supinação dos indivíduos no equipamento Isocinético (Biodex System 4)

O questionário DASH foi lido e respondido pelos próprios voluntários. Estes foram orientados a responder o questionário baseando-se em sua condição na semana anterior ao exame e, caso não tivesse a oportunidade de desempenhar alguma das atividades descritas, foram orientados a estimar a resposta mais adequada. As respostas também deveriam basear-se na habilidade que o voluntário julgasse ter para realizar determinada atividade, e não necessariamente com qual dos membros superiores a realizaria. O questionário é composto por 30 questões autoaplicáveis e mais dois módulos opcionais, um para atividades esportivas e musicais e outro para atividades relacionadas ao trabalho, sendo utilizados neste estudo os itens de 1 a 30. Sua pontuação varia de 0 a 100, e quanto maior o score maior a disfunção observada no membro superior. Todos os voluntários responderam as 30 primeiras questões do questionário conforme Anexo B.

A pontuação do questionário foi utilizada a fórmula matemática específica para o teste segundo Orfale e colaboradores (2005), conforme detalhado abaixo. Quanto menor a pontuação do DASH menor a disfunção.

Fórmula para cálculo da pontuação (soma das 30 questões iniciais – 30 / 1,2)
--

Os achados radiológicos foram avaliados por dois ortopedistas e, a fratura foi classificada pelo sistema de classificação da AO/ASIF em tipo A (extra-articular), tipo B (articular parcial) e tipo C (articular complexa) e demais subtipos (Figura 14).

No contato inicial com o paciente (1ª semana de PO) foram coletados dados como idade, mecanismo de trauma, dominância, cirurgia, Raio-X, classificação AO e amplitude de movimento (Apêndice B) e aplicado o DASH. Nos demais retornos (1, 3 e 6 meses) foram avaliados: a ADM, força de preensão e de pinças, Raio-X (Figuras 16 e 17) e aplicado novamente o DASH. As forças de pronação e supinação mensuradas com o isocinético foram obtidas somente com 3 e 6 meses.

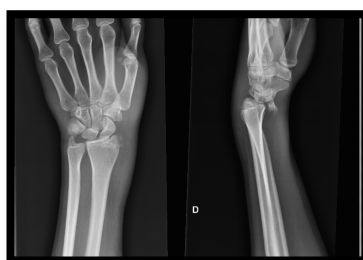


Figura 14 – Raio-X pré operatório de um dos indivíduos do estudo.

4.6 Caracterização da amostra

Foram incluídos no estudo 24 pacientes. Ao longo da pesquisa foram excluídos 10 indivíduos por diversas causas: seis indivíduos por abandono do tratamento, dois por perda da redução e reabordagem cirúrgica, um por síndrome dolorosa complexa regional e um por distúrbio psiquiátrico, que impossibilitaram as avaliações. Quatorze indivíduos completaram as avaliações do estudo (Figura 15).

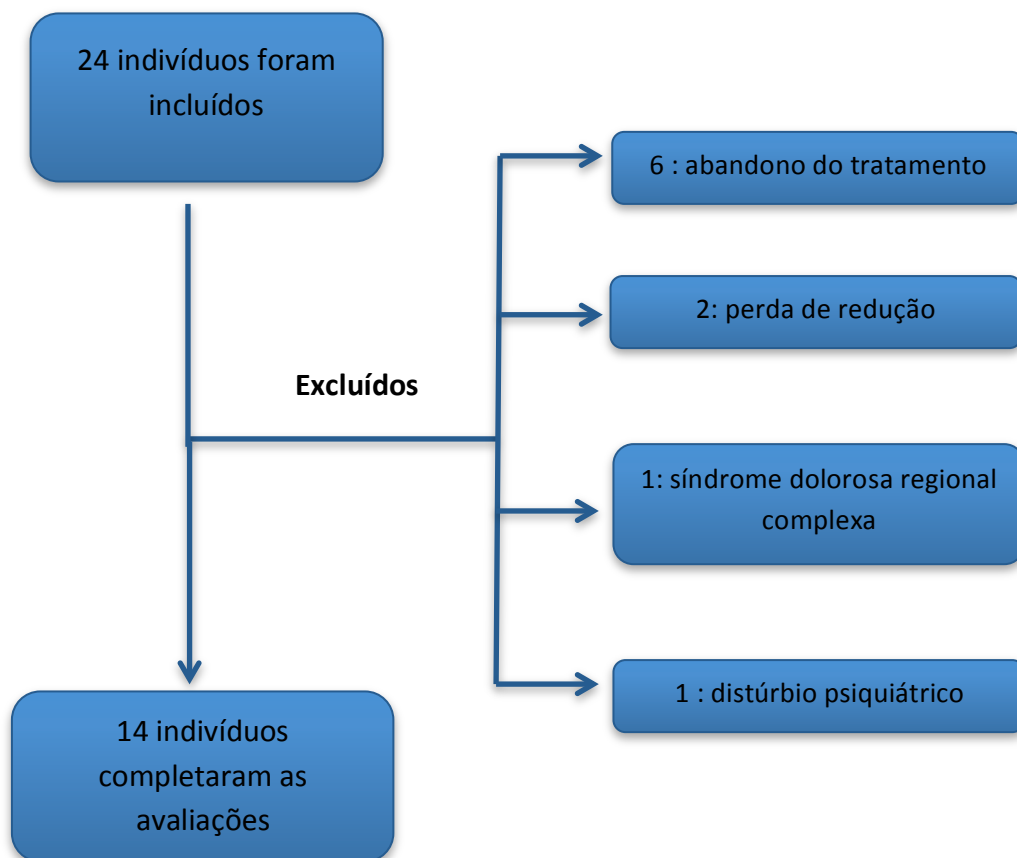


Figura 15: Fluxograma do estudo

A idade média dos indivíduos foi de 44,43 anos (variando de 23 a 76 anos). A amostra foi composta por 8 mulheres e 6 homens. O punho direito foi lesionado em 9 indivíduos e o esquerdo em 5. A maioria dos indivíduos apresentavam dominância à direita (13 indivíduos / 92,86%) e apenas um indivíduo à esquerda; 64,28 % dos indivíduos tiveram o lado dominante acometido, sendo 64,28 % de Ribeirão Preto (Tabela 1). Os mecanismos de trauma foram: queda da própria altura (21%), queda de altura (36%) e acidente automobilístico (43%) (Gráfico 1). Os tipos de fratura foram classificados de acordo com a classificação AO. O tipo

mais frequente foi a AO23C2 (35,7%), seguidas da AO23B3 (21,4%), AO23C3 (21,4%), AO23A3 (14,3%) e AO23C1 (7,1%) (Tabela 2).

Tabela 1 – Dados demográficos dos participantes do estudo.

Indivíduo	Idade	Sexo	Procedência	Dominância	Mecanismo de Trauma	Classificação da Fratura	Lado Acometido
1	25	F	Serrana	D	Acidente automobilístico	AO23B3	D
2	28	M	Ribeirão Preto	D	Acidente automobilístico	AO23C2	E
3	76	F	Ribeirão Preto	D	Queda da própria altura	AO23A3	D
4	28	M	Brodoswki	D	Acidente automobilístico	AO23C2	D
5	69	F	Serrana	E	Queda de altura	AO23C3	E
6	23	F	Ribeirão Preto	D	Acidente automobilístico	AO23B3	D
7	45	F	Brodoswki	D	Queda da própria altura	AO23C2	D
8	35	M	Ribeirão Preto	D	Acidente automobilístico	AO23C2	D
9	27	M	Ribeirão Preto	D	Acidente automobilístico	AO23C1	D
10	29	M	Ribeirão Preto	D	Acidente automobilístico	AO23B3	E
11	58	F	Ribeirão Preto	D	Queda de altura	AO23C3	D
12	64	F	Ribeirão Preto	D	Queda da própria altura	AO23C3	D
13	72	F	Ribeirão Preto	D	Queda de altura	AO23A3	E
14	43	M	Cravinhos	D	Queda de altura	AO23C3	E

Gráfico 1 - Distribuição dos indivíduos pelo mecanismo de trauma

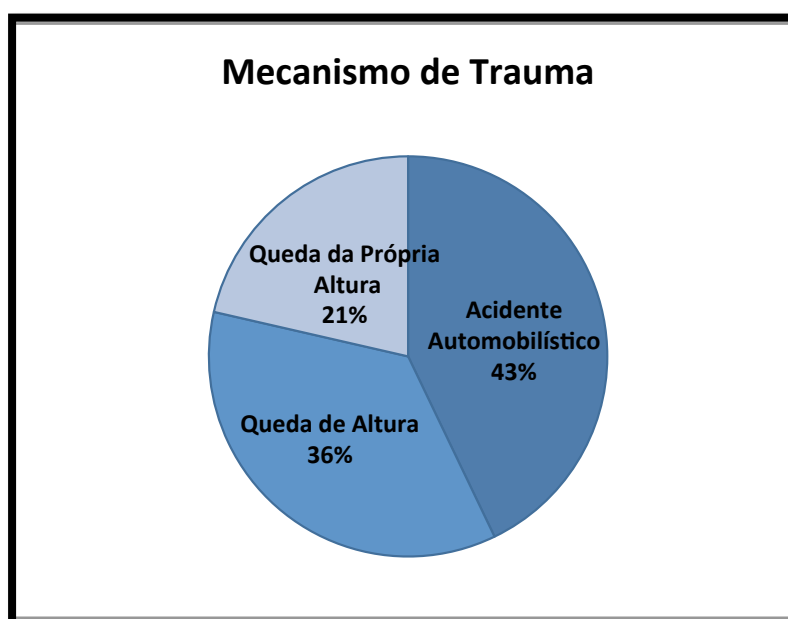


Tabela 2 – Classificação das fraturas encontradas no estudo segundo a AO.

Tipos de Fratura	
Classificação AO	Número
Tipo A	
A1	0
A2	0
A3	2 (14,3%)
Tipo B	
B1	0
B2	0
B3	3 (21,4%)
Tipo C	
C1	1 (7,1%)
C2	5 (35,7%)
C3	3 (21,4%)



Figuras 16 e 17 – Raio-X do punho de um indivíduo do estudo após a cirurgia e colocação da placa para redução da fratura, Raio-X AP (antero-posterior) e Perfil respectivamente.

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O cálculo amostral foi definido como 20 voluntários, para detectar diferença de 20% na força de pronação entre o membro acometido e o contralateral (poder do teste de 80% e $\alpha = 0,05$), de acordo com o desvio padrão da amostra estudada por McConkey et al., 2009.

O teste t de Student para amostras pareadas foi utilizado para determinar a força isocinética, preensão e pinças, amplitude de movimento entre o punho operado e o não operado. Todas as análises foram feitas através do software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 22 da IBM e p valores $< 0,05$ foram considerados significativos.

6 RESULTADOS

6.1 Resultados Clínicos

Após um mês de cirurgia, os punhos operados apresentaram diferença significativa nas amplitudes de movimento, valores da força de preensão e das pinças em relação aos não operados ($p < 0,05$) (Tabela 3). Com 3 meses de PO essas diferenças se mantiveram, exceto na amplitude de movimento de supinação passiva ($p=0,076$) (Tabela 4).

Após 6 meses de PO, apenas as medidas de extensão passiva ($p=0,105$), desvio ulnar passivo ($p=0,064$) e pinças polpa-polpa ($p=0,454$), trípole ($p=0,720$) e lateral ($p=0,190$) não apresentaram diferença significativa, as demais variáveis estudadas apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) (Tabela 5).

Houve diferença significativa na força de preensão média do lado operado ($22,87 \text{ kgf} \pm 12,78$) em relação ao não-operado ($32,01 \text{ kgf} \pm 12,72$) ($p < 0,001$) após 3 meses de PO, com um déficit de 28,55% do lado operado em relação ao não-operado. Após 6 meses o déficit diminuiu para 14,53% , sendo que os valores para o lado operado foram de $27,17 \text{ Kgf} \pm 14,50$ e para o não-operado foi de $31,79 \pm 12,14$, apresentando diferença significativa ($p = 0,011$).

Tabela 3 - Resultados clínicos após 1 mês da cirurgia

Resultados	Operado	Não operado	<i>p</i> Valor
Preensão (kgf)	11,35 ± 9,18	27,86 ± 12,30	<0,001*
Pinça Polpa-polpa (kgf)	3,27 ± 1,25	5,11 ± 0,95	<0,001*
Pinça Trípole (kgf)	4,35 ± 2,00	7,37 ± 1,78	0,001*
Pinça Lateral (kgf)	6,05 ± 2,21	8,77 ± 2,04	<0,001
DASH	43,65 ± 27,90		
Movimentos do punho (em graus)			
Flexão			
Ativa	42,71 ± 15,06	82,28 ± 6,14	<0,001*
Passiva	48,42 ± 13,83	88,57 ± 4,56	<0,001*
Extensão			
Ativa	28,92 ± 19,13	70,71 ± 5,49	<0,001*
Passiva	39,00 ± 20,36	82,64 ± 5,41	<0,001*
Pronação			
Ativa	66,85 ± 17,72	85,71 ± 3,85	0,001*
Passiva	73,07 ± 17,77	86,78 ± 3,72	0,006*
Supinação			
Ativa	65,21 ± 16,82	88,57 ± 2,34	<0,001*
Passiva	70,00 ± 16,87	88,57 ± 2,34	0,001*
Desvio Radial			
Ativo	9,85 ± 5,46	24,35 ± 9,29	<0,001*
Passivo	18,64 ± 7,60	31,92 ± 7,97	<0,001*
Desvio Ulnar			
Ativo	23,00 ± 8,32	35,42 ± 6,23	0,001*
Passivo	28,64 ± 9,36	40,50 ± 6,64	0,007*

Os dados estão colocados como média e desvio padrão. * valores considerados significativos (p<0,05).

Tabela 4 - Resultados clínicos após 3 meses da cirurgia

Resultados	Operado	Não operado	<i>p</i> Valor
Preensão (kgf)	22,87 ± 12,78	32,01 ± 12,72	<0,001*
Pinça Polpa-polpa (kgf)	4,56 ± 1,48	5,52 ± 1,01	0,005*
Pinça Trípole (kgf)	6,08 ± 2,29	7,32 ± 1,84	0,040*
Pinça Lateral (kgf)	8,15 ± 3,32	8,99 ± 2,79	0,013*
DASH	20,27 ± 22,74		
Movimentos do punho (em graus)			
Flexão			
Ativa	59,85 ± 10,05	82,28 ± 6,14	<0,001*
Passiva	67,28 ± 12,09	88,57 ± 4,56	<0,001*
Extensão			
Ativa	53,07 ± 15,38	70,71 ± 5,49	0,001*
Passiva	69,07 ± 16,47	82,64 ± 5,41	0,011*
Pronação			
Ativa	77,71 ± 6,39	85,71 ± 3,85	<0,001*
Passiva	82,78 ± 5,07	86,78 ± 3,72	0,009*
Supinação			
Ativa	83,57 ± 7,44	88,57 ± 2,34	0,029*
Passiva	85,85 ± 4,99	88,57 ± 2,34	0,076
Desvio Radial			
Ativo	16,57 ± 5,93	24,35 ± 9,29	0,002*
Passivo	25,50 ± 6,39	31,92 ± 7,97	0,002*
Desvio Ulnar			
Ativo	28,07 ± 5,73	35,42 ± 6,23	0,003*
Passivo	33,50 ± 6,11	40,50 ± 6,64	0,003*

Os dados estão colocados como média e desvio padrão. * valores considerados significativos ($p < 0,05$).

Tabela 5 - Resultados clínicos após 6 meses da cirurgia

Resultados	Operado	Não operado	<i>p</i> Valor
Preensão (kgf)	27,17 ± 14,50	31,79 ± 12,14	0,011*
Pinça Polpa-polpa (kgf)	5,04 ± 1,34	5,22 ± 1,06	0,454
Pinça Trípole (kgf)	6,95 ± 2,41	7,07 ± 2,05	0,720
Pinça Lateral (kgf)	8,28 ± 2,37	8,61 ± 2,20	0,190
DASH	9,27 ± 10,23		
Movimentos do punho (em graus)			
Flexão			
Ativa	68,42 ± 10,41	82,28 ± 6,14	<0,001*
Passiva	77,42 ± 10,50	88,57 ± 4,56	0,001*
Extensão			
Ativa	58,78 ± 14,85	70,71 ± 5,49	0,012*
Passiva	73,78 ± 17,75	82,64 ± 5,41	0,105
Pronação			
Ativa	82,50 ± 3,79	85,71 ± 3,85	0,013*
Passiva	84,64 ± 3,65	86,78 ± 3,72	0,028*
Supinação			
Ativa	85,00 ± 5,88	88,57 ± 2,34	0,019*
Passiva	86,78 ± 3,16	88,57 ± 2,34	0,019*
Desvio Radial			
Ativo	18,14 ± 5,99	24,35 ± 9,29	0,019*
Passivo	25,42 ± 5,51	31,92 ± 7,97	0,004*
Desvio Ulnar			
Ativo	28,28 ± 6,76	35,42 ± 6,23	0,005*
Passivo	35,14 ± 6,08	40,50 ± 6,64	0,064

Os dados estão colocados como média e desvio padrão.* valores considerados significativos ($p < 0,05$).

A pontuação do questionário DASH foi diminuindo ao longo do tempo de pós-operatório. Após 1 mês de PO, o grupo operado apresentou em média 43,65 (variando de 15 a 103), após 3 meses 20,27 (variando de 0 a 67,50) e após 6 meses 9,27 (com variação de 0 a 34,16) (Gráfico 2).

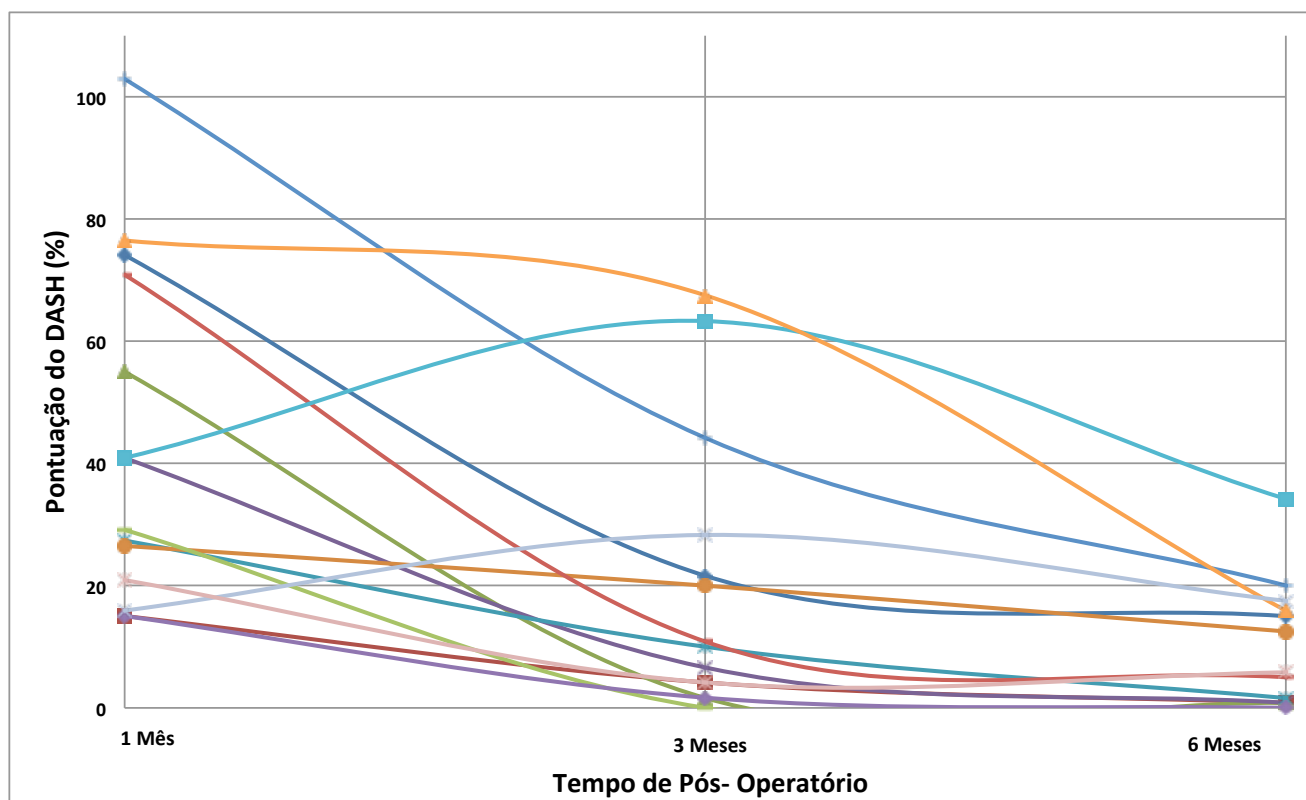


Gráfico 2 – Distribuição do escore do DASH dos indivíduos ao longo do tempo.

6.2 Avaliação Isocinética após 3 meses de PO

Foi observado que o pico do torque de pronação e o trabalho total de pronação apresentaram diferença significativa ($p=0,047$ e $p=0,038$ respectivamente) dos punhos operados em relação aos punhos não operados (Tabela 6). O pico de torque de supinação ($p=0,386$) e trabalho total de supinação ($p=0,165$) não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$).

Tabela 6 - Avaliação Isocinética após 3 meses de PO.

Resultados	Operado	Não operado	Operado/Não Operado (%)	<i>p</i> Valor
Pico do Torque de Pronação	4,37 Nm ($\pm$ 2,70)	6,79 Nm ($\pm$ 4,93)	64%	0,047*
Pico do Torque de Supinação	6,98 Nm ($\pm$ 3,46)	7,45 Nm ($\pm$ 3,64)	94%	0,386
Trabalho Total de Pronação	20,37 J ($\pm$ 19,67)	34,30 J ($\pm$ 30,16)	59%	0,038*
Trabalho Total de Supinação	43,12 J ($\pm$ 22,57)	47,10 J ($\pm$ 21,80)	92%	0,165

Os dados estão colocados como média e desvio padrão.

6.3 Avaliação Isocinética após 6 meses de PO

Na avaliação isocinética, o pico do torque de pronação ($p=0,083$), o pico do torque de supinação ($p=0,688$) e o trabalho total de supinação ($p=0,990$) não apresentaram diferença significativa na comparação entre os lados operado e não operado ($p>0,05$), exceto o trabalho total de pronação ($p=0,026$) (Tabela 7).

Tabela 7 - Avaliação Isocinética após 6 meses de PO.

Resultados	Operado	Não operado	Operado/Não Operado (%)	<i>p</i> Valor
Pico do Torque de Pronação	4,88 Nm ($\pm$ 3,55)	6,46 Nm ($\pm$ 4,83)	76%	0,083
Pico do Torque de Supinação	7,80 Nm ($\pm$ 3,35)	7,90 Nm ($\pm$ 3,13)	99%	0,688
Trabalho Total de Pronação	22,57 J ($\pm$ 21,63)	34,29 J ($\pm$ 28,82)	66%	0,026*
Trabalho Total de Supinação	48,84 J ($\pm$ 21,62)	48,87 J ($\pm$ 21,24)	100%	0,990

Os dados estão colocados como média e desvio padrão.

7 DISCUSSÃO

Este estudo investigou de forma prospectiva a função do punho após a osteossíntese com placa bloqueada e abordagem volar, em pacientes com fratura distal do rádio, e as repercussões desta técnica no músculo pronador quadrado através do dinamômetro isocinético.

Evidenciamos que após 6 meses de PO os pacientes apresentaram recuperação parcial da amplitude de movimento do punho operado em relação ao não-operado, com diferença significativa nas amplitudes avaliadas (flexo-extensão, desvios radial e ulnar e prono-supinação) exceto na extensão passiva e desvio ulnar passivo. Seria necessário acompanhar e reavaliar estes pacientes a longo prazo. Um estudo de Clé e colaboradores em 2011, avaliou de maneira retrospectiva no PO tardio (1 ano) de indivíduos portadores de fratura distal do rádio submetidos a osteossíntese com placa LCP. Neste estudo não foi encontrada diferença significativa entre o punho operado e o contralateral nas amplitudes de movimento, forças de preensão e de pinças.

Esta recuperação parcial das amplitudes de movimentos do punho dos pacientes parece não ter interferido na função visto a baixa pontuação do DASH. A pontuação do questionário foi diminuindo ao longo do tempo de pós-operatório e quanto menor a pontuação do DASH menor a disfunção. Com seis meses o escore foi de 9,27 pontos (variando de 0 a 34,16). Corroborando com estudo de Huh e colaboradores (2012), que avaliou o punho de indivíduos após colocação de placa volar em fratura distal do rádio, e encontrou escore do DASH de 15 pontos (variando de 0 a 44) com 6 meses de PO e 13,3 pontos (variando de 0 a 43) com 1 ano de PO. Este questionário foi aplicado por ser utilizado na rotina do serviço e devido o PRWE estar em processo de validação na época da coleta de dados. O PRWE foi concluído e publicado posteriormente por Silva Rodrigues e colaboradores em 2015.

Em um estudo retrospectivo, Hakimi e colaboradores (2010), avaliaram os resultados funcionais e complicações após a colocação de placa volar bloqueada em fratura distal do rádio, e encontrou resultados semelhantes, escore do DASH de 14,8 pontos (variando de 0 a 46) com 1 ano de PO, corroborando com nossos achados.

Em relação a preensão, foi encontrado um déficit de 28,55% do punho operado em relação ao não operado com 3 meses de PO. E este déficit foi reduzido para 14,53% com 6

meses de PO (valores calculados com a média). Porém, seria mais coerente avaliarmos cada indivíduo considerando sua dominância, o lado afetado e o sexo. Se fizéssemos estas subdivisões ficaríamos com grupos pouco significativos pois nossa amostra é pequena, por isso nos resultados optamos por separar a preensão e as pinças apenas por membro operado ou não e pelo sexo. Colocaremos também a dominância para discussão dos dados.

Sabe-se que para o sexo masculino a força de preensão palmar do lado dominante é em média 10% maior que o lado não-dominante e para o sexo feminino, 12% (CAPORRINO et al., 1998). Estes autores encontraram força de preensão palmar (média) para o sexo masculino de 44,2 kgf e de 40,5 kgf, lado dominante e não dominante, respectivamente; 31,6 kgf e 28,4 kgf para os lados dominante e não dominante, respectivamente, para o sexo feminino. No nosso estudo encontramos valores (com 6 meses de PO) para a preensão do sexo masculino semelhantes a do estudo citado (dominante 44,13 kgf e não-dominante 40,41 kgf) , e valores para o sexo feminino abaixo dos encontrados por Caporrino e colaboradores (1998): membro dominante 17,33 kgf e não dominante 22,44 kgf. Nestes cálculos não consideramos se o membro operado era o dominante ou não, dos homens que participaram do estudo 50% tiveram o membro dominante operado e, das mulheres 87,5% das mulheres tiveram o membro dominante operado. Isto explica o baixo valor encontrado para as mulheres no membro dominante.

Na literatura, não encontramos nenhum artigo que avaliasse a força das pinças antes e após a osteossíntese com abordagem volar de pacientes portadores de fratura distal do rádio. Consideramos esta avaliação importante para investigar o impacto da cirurgia na função do pronador quadrado (porção profunda) nas funções de estabilização da rádio-ulnar distal e em atividades de preensão como demonstrado por Gordon e colaboradores (2004). Os valores das pinças polpa-polpa, trípode e lateral apresentaram diferença significativa entre os punhos operados e não-operados com 3 meses de PO, evidenciando uma interferência nestas atividades. Também observamos que com 6 meses de PO os valores das pinças mencionadas acima não apresentaram diferença significativa, sugestionando uma recuperação desta musculatura.

Em um estudo populacional das forças das pinças polpa-polpa, trípode e lateral, Araújo e colaboradores (2002), encontraram que indivíduos do sexo masculino tiveram forças de pinça cerca de 30% mais fortes que as do sexo feminino, sendo que em um mesmo indivíduo, a pinça lateral (PL) foi a mais forte, seguida da trípode (PT) e por último (a mais fraca) a

polpa-a-polpa (PPP). Também não encontrou diferença significativa entre as forças de pinça e idade do indivíduo e entre as forças da pinça polpa-polpa e as mãos dominante e não dominante. Encontrou uma pequena diferença, cerca de 5% a favor da mão dominante nas pinças trípole e lateral. As médias obtidas para os valores das forças de pinça (em kgf) para cada sexo foram: sexo masculino: PPP=6,7; PT=8,5 e PL= 9,9; sexo feminino: PPP= 4,7; PT=6,0; PL=6,7.

Em nosso estudo encontramos valores das pinças com 6 meses de PO (em kgf) para o sexo masculino do membro dominante PPP= 6,3; PT=8,91 e PL= 10,95; e para o membro não-dominante: PPP= 5,73; PT=8,46 e PL=10,43. E para o sexo feminino membro dominante os seguintes valores: PPP=4,5; PT=5,6 e PL= 6,7; e para o membro não-dominante: PPP=4,4; PT=5,9 e PL=6,8. Os valores encontrados foram semelhantes as do estudo populacional de Araújo et al. demonstrando pouca influência da dominância.

A avaliação da força de pronação e supinação através do dinamômetro isocinético não é usualmente utilizada na avaliação do punho, porém esta medida fornece um excelente dado sobre a recuperação da função do punho pois, para mobilizar o dinamômetro em rotação no teste, o indivíduo precisará ter uma mão funcional: com preensão suficiente, com a articulação radio-ulnar estável e força muscular adequada (CHIRPAZ-CERBAT et al., 2011).

O dinamômetro isocinético nos fornece dados como torque e trabalho total. Neste estudo comparamos o lado operado com o contralateral sem considerar a dominância de acordo com estudo de Matsuoka e colaboradores (2006). Foram encontradas diferenças significativas no pico do torque de pronação e no trabalho total de pronação com 3 meses de PO entre os punhos operados e não-operados. O pico do torque de pronação apresentou um déficit de 36% e o trabalho total de pronação, 41%. Após 6 meses estes déficits diminuíram para 24% e 34% respectivamente, e o trabalho total de pronação ainda apresentou diferença significativa. Estes dados encontrados corroboram com o estudo de McConkey e colaboradores (2009), no qual foi investigado o torque de pronação em indivíduos saudáveis antes e após uma paralisia temporária do músculo PQ com injeção de lidocaína, tendo sido encontrado um decréscimo de 21% do torque de pronação após o procedimento.

Um estudo mais recente de Armangil e colaboradores (2014), que investigou a função do PQ após a colocação da placa em fratura distal do rádio, utilizando também o isocinético (Biodex System 4®) com duas velocidades (alta e baixa) após 6 meses de PO, encontrou

valores próximos aos nossos, com diminuição da força de pronação em 18,5%. Huh e colaboradores (2012) avaliaram a força de pronação com o dinamômetro isocinético com a mesma abordagem cirúrgica, com 6 meses e 1 ano de pós-operatório comparando o lado operado com o contralateral. Após 6 meses de PO, foram encontrados valores significativamente menores do pico de torque e do trabalho total ambos de pronação e supinação do lado operado em relação ao lado não operado ($p < 0,001$), e após 1 ano de PO os valores do pico do torque e trabalho total de pronação não apresentaram diferença significativa, no entanto os valores do pico de torque e trabalho total de supinação apresentaram valores significativamente menores no lado operado ($p < 0,05$). Os autores concluíram que estes déficits não interferiram em outros parâmetros avaliados nos dados clínicos e no DASH. O que também foi observado em nosso trabalho, visto que os indivíduos participantes tiveram baixo escore do DASH e amplitude de movimento do punho e forças de preensão e pinças satisfatórias.

Os dados deste estudo demonstraram que a função do pronador quadrado é comprometida com a abordagem volar. Este comprometimento funcional pode ocorrer devido aos danos ao músculo PQ na cirurgia, sutura insuficiente, mudanças na tensão do músculo, cicatrização inadequada do músculo devido ao implante alocado abaixo dele, atrofia por desuso e/ou dor no período de pós-operatório recente (ARMANGIL et al., 2014).

Muitas razões foram citadas recomendando o reparo do PQ. Primeiro o PQ recobre a placa volar, teoricamente protegendo os tendões flexores da fricção e irritação que pode levar a ruptura. A preservação do PQ pode beneficiar o suprimento de sangue para a região da fratura. Este músculo provavelmente promove a estabilidade da articulação radio-ulnar distal através de sua posição anatômica e de sua ação muscular (ORBAY, 2002; SWIGART et al., 2012). Na tentativa de investigar a integridade deste músculo, Swigart e colaboradores (2012), colocaram marcadores no PQ após seu reparo na abordagem volar e encontrou reparos duráveis com até 3 meses de PO e apenas 1 caso (4%) evoluiu com falha no reparo.

Complicações relacionadas a abordagem volar e colocação da placa para fixação da fraturas distais do rádio são comuns na literatura. As complicações relatadas foram: consolidação viciosa, rupturas tendinosas do flexor longo do polegar ou extensor longo do polegar, síndrome do túnel do carpo, falha da redução, síndrome dolorosa regional complexa e infecções (ROZENTAL et al., 2006; ARORA et al., 2007; HAKIMI et al., 2010). Em nosso estudo, foi relatada perda de redução em dois indivíduos que necessitaram de uma

reabordagem cirúrgica, desenvolvimento da síndrome dolorosa regional complexa em um indivíduo e dois indivíduos que retiraram a placa após 6 meses de PO, um por tendinite dos tendões extensores dos dedos e outro por relatar desconforto com a placa.

Atualmente, tem surgido o interesse em cirurgias com técnicas minimamente invasivas. Estas tem a vantagem no processo de cicatrização dos tecidos envolvidos pois mantém os músculos preservados e o suprimento sanguíneo da região. Zenke e colaboradores (2011), compararam a técnica tradicional da abordagem volar (Henry) com a técnica minimamente invasiva (MIPO - minimally invasive plate osteosynthesis) para estabilizar a fratura distal do rádio com até um ano de seguimento e reavaliação. Foram avaliadas a amplitude de movimento do punho e a preensão e aplicados o questionário DASH e a escala visual analógica. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum destes parâmetros. Porém, não foram avaliadas as forças de pronação e de supinação.

Outra técnica que tem aumentado o interesse é a técnica com abordagem dorsal do punho com a utilização de placas de perfil baixo (1.2 -1.5 mm), na tentativa de reduzir a irritação do tendões, uma das maiores complicações das placas dorsais. Um estudo de Yu e colaboradores (2011), comparou-se o número de complicações pós-cirúrgicas da placa dorsal de perfil baixo e das placas volares bloqueadas. Não foram encontradas diferenças significativas nas complicações entre as duas técnicas, porém os autores relataram que a abordagem volar foi associada com uma maior incidência de neuropatias, provavelmente devido a retração do nervo mediano durante o acesso.

Dentre as limitações do estudo estão: o não seguimento dos pacientes a longo prazo, amostra pequena, e o tratamento fisioterapêutico na fase de reabilitação não ter sido controlado.

Para ter controle da variável de tratamento fisioterapêutico, Krischak e colaboradores (2009) compararam exercícios supervisionados pelo fisioterapeuta com uma cartilha de exercícios domiciliares (com fotos dos exercícios, número de séries e repetições por semana de PO) para pacientes que operaram o punho com placa volar. Concluíram que os exercícios domiciliares foram uma alternativa efetiva na reabilitação quando comparados ao tratamento ambulatorial.

Dissecção cuidadosa e reparo do PQ são fatores importantes que determinam a evolução do pós-operatório da fratura distal do rádio e esta é uma área em potencial para

futuras pesquisas. A avaliação do pós-operatório da maioria dos estudos de tratamento da fratura distal do rádio utiliza força de preensão, medidas de amplitude de movimento e também questionários com até um ano de seguimento (MCCKONKEY et al., 2009).

Sugerimos estudos que acompanhem estes pacientes em um follow-up tardio de até 2 anos, que incluam a avaliação das forças de pronação e de supinação nas rotinas dos serviços quando possível. Além disso também são necessários estudos clínicos randomizados que comparem outras técnicas com a abordagem volar em pacientes com fraturas distais do rádio.

Conclusões

8 CONCLUSÕES

Na amostra analisada podemos observar que após 6 meses de pós-operatório os indivíduos apresentaram recuperação parcial da função do punho comparado com o não-operado, com diferença significativa em algumas amplitudes de movimento e na preensão palmar. Observamos também uma recuperação da força das pinças. Apesar desta recuperação parcial, os pacientes apresentaram um baixo escore do DASH, evidenciando pouca disfunção.

Em relação as repercussões nas forças de pronação e supinação, após 6 meses de PO apenas o trabalho total de pronação apresentou diferença significativa. E observou-se que o pico do torque de pronação apresentou valores médios inferiores nos punhos operados em relação aos não-operados com 3 e 6 meses de PO.

Os resultados obtidos sugerem que a abordagem volar com desinserção do pronador quadrado na fratura distal do rádio tem impacto significativo na função do punho. Recomenda-se uma dissecação cuidadosa do PQ na cirurgia, repará-lo sempre que possível e acompanhar estes pacientes a longo prazo.

Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDALLA, L.M.; BRANDÃO, M.C.F. Força de preensão palmar e pinça digital. In: Recomendações para avaliação do membro superior, SBTM (Sociedade Brasileira dos Terapeutas da Mão e Membro Superior), Cap. 6: 2a edição, p. 38-41, 2005.
2. ALBERTONI, W.M.; FALOPPA, F.; BELOTTI, J.C. Tratamento das fraturas da extremidade distal do rádio. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 37 (1/2), p. 1-4, 2002.
3. ARAÚJO, M.P.D.; ARAÚJO, P.M.P.D.; CAPORRINO, F.A.; FALOPPA, F.; ALBERTONI, W.M. Estudo populacional das forças das pinças polpa-a-polpa, trípode e lateral. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 37 (11/12), p. 496-504, 2002.
4. ARORA, R.; LUTZ, M.; HENNERBICHLER, A.; KRAPPINGER, D., ESPEN, D.; GABL, M. Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. **J Orthop Trauma**, v. 21(5), p. 316-322, 2007.
5. ARMANGIL, M.; BEZIRGAN, U.; BASARIR, K.; BILEN, G.; DEMIRTAS, M.; BILGIN, S.S. The pronator quadratus muscle after plating of distal radius fractures: is the muscle still working? **Eur J Orthop Surg Traumatol**, v. 24, p. 335-339, 2014.
6. BALES, J.G.; STERN, P.J. Treatment Strategies of Distal Radius Fractures. **Hand Clin**, v. 28, p. 177-184, 2012.
7. BEATON, D.E.; KATZ, J.N.; FOSSEL, A.H.; WRIGHT, J.G.; TARASUK, V.; BOMBARDIER, C. Measuring the whole or the parts? Validity, reliability, and responsiveness of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand outcome measure in different regions of the upper extremity. **J Hand Therapy**, v.14 (2), p. 128-146, 2001.

8. BRAGA JUNIOR, M.B.; CHAGAS NETO, F.A.; PORTO, M.A.; BARROSO, T.A.; LIMA, A.C.M.; SILVA, S.M.; LOPES, M.W.B. Epidemiologia e grau de satisfação do paciente vítima de trauma músculo-esquelético atendido em hospital de emergência da rede pública brasileira. **Acta Ortopédica Brasileira**, v.13 (3), p. 137-140, 2005.
9. CAPORRINO, F.A.; FALOPPA, F.; SANTOS, J.B.G.; RÉSSIO, C.; SOARES, F.H.C.; NAKACHIMA, L.R.; SEGRE, N.G. Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar®. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 33 (2), p. 150-154, 1998.
10. CHANGULANI, M.; OKONKWO, U.; KESWANI, T.; KALAIRAJAH, Y. Outcome evaluation measures for wrist and hand – which one to choose? **International Orthopaedics (SICOT)**, v. 32, p. 1-6, 2008.
11. CHIRPAZ-CERBAT, J.M.; RUATTI, S.; HOUILLON, C.; IONESCU, S. Dorsally displaced distal radius fractures treated by fixed-angle volar plating: Grip and pronosupination strength recovery. A prospective study. **Orthopedics e Traumatology: Surgery and Research**, v.97, p. 465-470, 2011.
12. CHUNG, K.C.; SPILSON, S.V. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. **J Hand Surg Am**, v. 26, p. 908-915, 2001.
13. CHUNG, K.C.; PETRUSKA, E.A. Treatment of unstable distal radial fractures with the volar locking plating system/ surgical technique. **J Bone Joint Surg Am**, v. 89 (2), p. 256-266, 2007.
14. CLÉ, P.G.V.; TASSO, L.E.; BARBOSA, R.I.; FONSECA, M.C.R.; ELUI, V.M.C.; RONCAGLIA, F.B.; MAZZER, N.; BARBIERI, C. Estudo retrospectivo do estado funcional

de pacientes com fratura do rádio distal submetidos à osteossíntese com placa LCP. **Acta Fisiátrica**, v.18 (4), p. 163-168, 2011.

15. DIAZ-GARCIA, R.J.; ODA, T.; SHAUVER, M.J.; CHUNG, K.C. A Systematic review of outcomes and complications of treating unstable distal radius fractures in the elderly. **J Hand Surg Am**, v.36 (5), p. 824-835, 2011.

16. ELLENBECKER, T.S.; ROETERT, E.P.; RIEWALD, S. Isokinetic profile of wrist and forearm strength in elite female junior tennis players. **Br J Sports Med**, v. 40, p. 411-414, 2006.

17. FIGL, M.; WENINGER, P.; LISKA, M.; HOFBAUER, M.; LEIXNERING, M. Volar fixed-angle plate osteosynthesis of unstable distal radius fractures: 12 months results. **Arch Orthop Trauma Surg**, v. 129, p. 661-669, 2009.

18. GALLAGHER, M.A.; CUOMO, F.; POLONSKY, L.; BERLINER, K.; ZUCKERMAN, J.D. Effects of age, testing speed, and arm dominance on isokinetic strength of the elbow. **J Shoulder Elbow Surg**, v. 6, p. 340-346, 1997.

19. GRUBER, G.; GRUBER, K.; GIESSAUF, C.; CLAR, H.; ZACHERI, M.; FUERST, F.; BERNHARDT, G.A. Volar plate fixation of AO type C2 and C3 distal radius fractures, a single-center study of 55 patients. **J Orthop Trauma**, v. 22, p. 467-472, 2008.

20. GORDON, K.D.; PARDO, R.D.; JOHNSON, J.A.; KING, G.J.W.; MILLER, T.A. Eletromyographic activity and strength during maximum isometric pronation and supination efforts in healthy adults. **J Orthop Res**, v. 22, p. 208-213, 2004.

21. HAKIMI, M.; JUNGBLUTH, P.; WINDOLF, J.; WILD, M. Functional results and complications following locking palmar plating on the distal radius: a retrospective study. **J Hand Surg Eur**, v. 35 (4), p. 283-288, 2010.
22. HEIDARI, N.; CLEMENT, H.; KOSUGE, D.; GRECHENIG, W.; TESCH, N.P.; WEINBERG, A.M. Is sparing the pronator quadratus muscle possible in volar plating of the distal radius? **J Hand Surg Eur**, v. 37 (5), p. 402-406, 2011.
23. HUDAK, P.L.; AMADIO, P.C.; BOMBARDIER, C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (Disabilities of the arm, shoulder and hand). The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). **Am J Ind Med**, v. 29 (6), p. 602-608, 1996.
24. HUH, J.K.; LIM, J.Y.; SONG, C.H.; BAEK, G.H.; LEE, Y.H.; GONG, H.S. Isokinetic evaluation of pronation after volar plating of distal radius fracture. **Injury**, v. 43, p. 200-204, 2012.
25. ILYAS, A.M.; JUPITER, J.B. Distal Radius Fractures – Classification of Treatment and Indications for Surgery. **Hand Clin**, v. 26, p. 37-42, 2010.
26. JUPITER, J.B.; FERNANDEZ, D.L. Comparative Classification for fractures of the distal end of the radius. **J Hand Surg**, v. 22, p. 563-571, 1997.
27. KRISCHAK, G.D.; KRASTEVA, A.; SCHNEIDER, F.; GEBHARD, F.; KRAMER, M. Physiotherapy after volar plating of wrist fractures is effective using a home exercise program. **Arch Phys Med Rehabil**, v 90, p. 537-544, 2009.

28. LAINO, D.K.; TEJWANI, N. Indications for operative fixation of distal radius fractures. A review of the evidence. **Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases**, v. 70 (1), p. 35-40, 2012.
29. MARQUES, A.P. Manual de goniometria, 2nd, ed São Paulo: Manole, p. 1-5, 2003.
30. MATSUOKA, J.; BERGER, R.A.; BERGLUND, L.J.; AN, K.N. An analysis of symmetry of torque strength of the forearm under resisted forearm rotation in normal subjects. **J Hand Surg Am**, v. 31, p. 801-805, 2006.
31. MCCONKEY, M.O.; SCHWAB, T.D.; TRAVLOS, A; OXLAND, T.R; GOETZ, T. Quantification of pronator quadratus contribution to isometric pronation torque of the forearm. **J Hand Surg Am**, v. 34, p. 1612-1617, 2009.
32. NAZAR, M.A.; MANSINGH, R.; BASSI, R.S.; WASEEM, M. Is there a consensus in the management of distal radial fractures? **Open Orthop Journal**, v. 3, p. 96-99, 2009.
33. OLIVEIRA-FILHO, O.M.; BELANGERO, W.D.; TELES, J.B.M. Fraturas do rádio distal: avaliação das classificações. **Rev Assoc Med Bras**, v. 50 (1), p. 55-61, 2004.
34. ORBAY, J.L.; FERNANDEZ, D.L. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. **J Hand Surg Am**, v. 27, p. 205-215, 2002.
35. ORFALE, A.G.; ARAÚJO, P.M.P.; FERRAZ, M.B.; NATOUR, J. Translation into Brazilian Portuguese, cultural adaptation and evaluation of the reliability of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. **Braz J Med Biol Res.**, v. 38 (2), p. 293-302, 2005.

36. PROTOPSALTIS, T.S.; RUCH, D.S. Volar approach to distal radius fractures. **J Hand Surg Am.**, v. 33, p. 958-965, 2008.
37. SILVA RODRIGUES, E.K.; FONSECA, M.C.R.; MACDERMID, J.C. Brazilian version of the Patient Rated Wrist Evaluation (PRWE-BR): Cross-cultural adaptation, internal consistency, test-retest reliability and construct validity. **J Hand Therapy**, v. 28, p. 69-76, 2015.
38. ROZENTAL, T.D.; BLAZAR, P.E. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. **J Hand Surg**, v. 31 (3), p. 359-365, 2006.
39. SCHMITT, J.S.; DI FABIO, R.P. Reliable change and minimum important difference (MID) proportions facilitated group responsiveness comparisons using individual threshold criteria. **J Clin Epidemiol**, v. 57, p. 1008-1018, 2004.
40. SCHNEPPENDAHL, J.; WINDOLF, J.; KAUFMANN, R.A. Distal Radius Fractures: Current Concepts. **J Hand Surg Am**, v. 37, p. 1718 -1725, 2012.
41. SWIGART, C.R.; BADON, M.A.; BRUEGEL, V.L.; DODDS, S.D. Assessment of pronator quadratus repair integrity following volar plate fixation for distal radius fractures: a prospective clinical cohort study. **J Hand Surg**, v. 37, p. 1868-1873, 2012.
42. YU, Y.R.; MAKHNI, M.C.; TABRIZI, S.; ROZENTAL, T.D.; MUNDANTHANAM, G.; DAY, C.S. Complications of low-profile dorsal versus volar locking plates in the distal radius: a comparative study. **J Hand Surgery**, v. 36, p. 1135-1141, 2011.

43. ZEEVI DVIR. Isocinética. Avaliações Musculares, Interpretações e Aplicações Clínicas, 2ª edição, Ed. Manole, 2002.
44. ZENKE, Y.; SAKAI, A.; OSHIGE, T.; MORITANI, S.; FUSE, Y.; MAEHARA, T.; NAKAMURA, T. Clinical results of volar locking plate for distal radius fractures: conventional versus minimally invasive plate osteosynthesis. **J Orthop Trauma**, v. 25 (7), p. 425-431, 2011.

ANEXOS

Anexo A - Aprovação do Comitê de Ética



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



Ribeirão Preto, 29 de maio de 2013

Ofício nº 1987/2013
CEP/MGV

PROCESSO HCRP nº 4264/2013

Prezados Pesquisadores,

O trabalho intitulado **“AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA DA FORÇA DE PRONAÇÃO E SUPINAÇÃO E DO ESTADO FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM FRATURA DO RÁDIO DISTAL APÓS OSTEOSÍNTESE COM PLACA VOLAR”**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 367ª Reunião Ordinária realizada em 27/05/2013, e enquadrado na categoria: **APROVADO, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Versão 3 datada de 17/05/2013.**

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa. De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Atenciosamente.

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores

PAULA GUARALDO VILLA CLÉ

PROF. DR. NILTON MAZZER/ PROF. DR. RAFAEL INÁCIO BARBOSA

Depto. de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor

Campus Universitário – Monte Alegre
14048-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa do HCRP e FMRP-USP
FWA-00002733; IRB-00002186 e Registro PB/CONEP nº 5440
(016) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

Anexo B - Questionário de Disfunção do Membro Superior (DASH)

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FMRP – USP TERAPIA DA MÃO E DO MEMBRO SUPERIOR

DASH

(Disabilities of the arm, shoulder and hand)

INSTRUÇÕES:

Esse questionário é sobre seus sintomas, assim como suas habilidades para fazer certas atividades.

Por favor, responda a todas as questões baseando-se na sua condição na semana passada.

Se você não teve a oportunidade de fazer uma das atividades na semana passada, por favor, tente estimar qual resposta seria a mais correta.

Não importa qual mão ou braço você usa para fazer a atividade, por favor, responda baseando-se na sua habilidade independentemente da forma como você faz a tarefa.

Nome: _____ Idade: _____

Registro: _____ Diagnóstico: _____ Lado: D () E () Dominância: D () E ()

Meça a sua habilidade em fazer as seguintes atividades na semana passada circulando a resposta apropriada abaixo.

	Não houve dificuldade	Houve pouca dificuldade	Houve dificuldade média	Houve muita dificuldade	Não conseguir fazer
1. Abrir um vidro novo ou com a tampa muito apertada	1	2	3	4	5
2. Escrever	1	2	3	4	5
3. Virar uma chave	1	2	3	4	5
4. Preparar uma refeição	1	2	3	4	5
5. Abrir uma porta pesada	1	2	3	4	5
6. Colocar algo em uma prateleira acima de sua cabeça	1	2	3	4	5
7. Fazer tarefas domésticas pesadas (por exemplo: lavar paredes, lavar o chão)	1	2	3	4	5
8. Fazer o trabalho de jardinagem	1	2	3	4	5
9. Arrumar a cama	1	2	3	4	5
10. Carregar uma sacola ou uma mala	1	2	3	4	5
11. Carregar um objeto pesado (mais de 6kg)	1	2	3	4	5
12. Trocar uma lâmpada acima da cabeça	1	2	3	4	5
13. Lavar ou secar o cabelo	1	2	3	4	5
14. Lavar suas costas	1	2	3	4	5
15. Vestir uma blusa fechada	1	2	3	4	5
16. Usar uma faca para cortar alimentos	1	2	3	4	5
17. Atividades recreativas que exigem pouco esforço (por exemplo: jogar cartas, tricotar)	1	2	3	4	5
18. Atividades recreativas que exigem força ou impacto	1	2	3	4	5
19. Atividades recreativas nas quais você move seu braço livremente (como pescar, jogar peteca)	1	2	3	3	5
20. Transportar-se de um lugar a outro (ir de um lugar a outro)	1	2	3	4	5
21. Atividades sexuais	1	2	3	4	5
	Não afetou	Afetou pouco	Afetou medianamente	Afetou muito	Afetou extremamente
22. Na semana passada, em que ponto o seu problema com braço, ombro ou mão afetou suas atividades normais com família, amigos, vizinhos ou colegas?	1	2	3	4	5

	Não limitou	Limitou pouco	Limitou medianamente	Limitou muito	Não conseguiu fazer
23. Durante a semana passada, o seu trabalho ou atividades diárias normais foram limitadas devido ao seu problema com braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
Meça a gravidade dos seguintes sintomas na semana passada:	Nenhuma	Pouca	Mediana	Muita	Extrema
24. Dor no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
25. Dor no braço, ombro ou mão quando você fazia atividades específicas	1	2	3	4	5
26. Desconforto na pele (alfinetadas) no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
27. Fraqueza no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
28. Dificuldade em mover braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
	Não houve dificuldade	Pouca dificuldade	Média dificuldade	Muita dificuldade	Tão difícil que você não pôde dormir
29. Durante a semana passada, qual a dificuldade que você teve para dormir por causa da dor no seu braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
	Discordo totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
30. Eu me sinto menos capaz, menos confiante e menos útil por causa do meu problema com braço, ombro ou mão		2	3	4	5
As questões que se seguem são a respeito do impacto causado no braço, ombro ou mão quando você toca um instrumento musical, pratica esporte ou ambos. Se você toca mais de um instrumento, pratica mais de um esporte ou ambos, por favor, responda com relação ao que é mais importante para você. Por favor, indique o esporte ou instrumento que é mais importante para você. () Eu não toco instrumentos ou pratico esportes (você pode pular essa parte)					
As questões seguintes são sobre o impacto do seu problema no braço, ombro ou mão em sua habilidade em trabalhar (incluindo tarefas domésticas se este é seu principal trabalho). Por favor, indique qual é o seu trabalho: _____ () Eu não trabalho (você pode pular essa parte)					
Por favor, circule o número que melhor descreve sua habilidade física na semana passada. Você teve alguma dificuldade para:	Fácil	Pouco difícil	Dificuldade média	Muito difícil	Não conseguiu fazer
1. Uso de sua técnica habitual para seu trabalho?	1	2	3	4	5
2. Fazer seu trabalho usual por causa de dor em seu braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
3. Fazer seu trabalho tão bem quanto você gostaria?	1	2	3	4	5
4. Usar a mesma quantidade de tempo fazendo seu trabalho?	1	2	3	4	5
Cálculo do escore do DASH Para se calcular o escore das 30 primeiras questões, deverá ser utilizada a seguinte fórmula: $(\text{Soma dos valores das 30 primeiras questões} - 30)/1,2$ Para o cálculo dos escores dos módulos opcionais, estes deverão ser calculados separadamente, utilizando a seguinte fórmula: $(\text{Soma dos valores} - 4)/0,16$ Total: _____					

APÊNDICES

Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Consentimento formal de participação no estudo intitulado: “AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA DA FORÇA DE PRONAÇÃO E SUPINAÇÃO E DO ESTADO FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM FRATURA DISTAL DO RADIO APÓS OSTEOSÍNTESE COM PLACA VOLAR”

Pesquisador Responsável: Ft. Paula Guaraldo Villa Clé

Prof. Dr. Nilton Mazzer

Eu, _____ portador do RG no _____, residente à _____, no _____, bairro _____, declaro que tenho _____ anos de idade e que concordo em participar, voluntariamente, da pesquisa conduzida pelos pesquisadores responsáveis.

Justificativa do Estudo:

As fraturas (quebraduras) do punho são as mais comuns do corpo humano. Atualmente, a cirurgia mais utilizada para fixação dessas fraturas (quebraduras) é a com uma placa e parafusos na face anterior do antebraço (placa volar). Poucas pesquisas avaliaram a função do punho após a cirurgia.

Objetivo do Estudo:

O objetivo deste estudo é avaliar a função dos indivíduos com fraturas (quebraduras) de punho após cirurgia com uma placa volar e avaliar o impacto desta técnica na vida da pessoa.

Explicação do Procedimento:

Estou ciente de que a primeira avaliação (1 semana após a cirurgia) será realizada junto ao retorno médico no ambulatório do Serviço de Cirurgia do Membro Superior, Mão e Microcirurgia - HCFMRP-USP, que funciona às sextas-feiras no período da manhã e tarde, não interferindo na rotina do ambulatório.

E as outras 3 avaliações ocorrerão após o retorno médico, também as sextas-feiras. Serão feitas no Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas (CER) com 3, 6 e 12 meses após a cirurgia. Os pacientes procedentes de Ribeirão Preto serão encaminhados para avaliação no CER e os pacientes procedentes de outras cidades serão encaminhados aos respectivos serviços de fisioterapia, conforme o protocolo do serviço.

As avaliações terão a duração em média de 1 hora e serão feitas 4 avaliações durante um ano após a cirurgia. Na avaliação será medida a força de segurar da mão, a amplitude de movimento do punho, a força do antebraço, e será aplicado um questionário sobre o impacto da cirurgia e do pós-operatório na vida da pessoa com fratura (quebradura) do punho. Estas avaliações serão marcadas pela equipe deste trabalho no mesmo dia do retorno médico.

Possíveis Benefícios:

Estou ciente de que não existirão benefícios diretos para a minha pessoa quanto à participação nesta pesquisa. Os dados obtidos pelos responsáveis por este estudo auxiliarão no maior conhecimento a respeito do estado funcional do punho com fratura (quebradura) submetido à fixação.

Desconforto e Risco:

Fui informado que este experimento pode trazer algum desconforto e risco mínimo à minha saúde, e que minha identidade será mantida em sigilo absoluto.

Seguro de Saúde ou de Vida:

Eu entendo que não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida que possa vir a me beneficiar em função de minha participação neste estudo.

Auxílio de Custo:

Será oferecido o ressarcimento (reembolso) do valor da passagem de ida e volta aos voluntários (passe do transporte público em média R\$ 3,00). E caso o horário de coleta englobe horário de alimentação, será pago uma alimentação no valor de R\$ 15,00 para cada participante.

Liberdade de Participação:

A minha participação neste estudo é voluntária. É meu direito interromper minha participação a qualquer momento sem que isso traga alguma penalidade ou prejuízo à minha pessoa, bastando que eu comunique os responsáveis da minha desistência. Também entendo que o pesquisador tem o direito de excluir meus dados deste estudo no caso de coleta incompleta, ou não adequação dos dados ao objetivo desse trabalho.

Sigilo de Identidade:

As informações obtidas nesta pesquisa não serão de maneira alguma associadas a minha identidade e não poderão ser consultadas por pessoas não ligadas ao projeto sem minha autorização oficial. Estas informações poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde que fiquem resguardados a minha total privacidade e meu anonimato. Autorizo que sejam retiradas fotos durante a avaliação para fins de documentação.

Para questões relacionadas a este estudo contate:

Ft. Paula Guaraldo Villa Clé – e-mail: paulacle@gmail.com (0XX16) 9179-3680

Sua participação deve ser livre e espontânea. É seu direito manter uma cópia deste consentimento de participação.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do Voluntário: _____

Pesquisador Responsável: Ft. Paula Guaraldo Villa Clé

Apêndice B - Ficha de Avaliação do Punho

DEPARTAMENTO DE BIOMECÂNICA, MEDICINA E REABILITAÇÃO DO APARELHO LOCOMOTOR

Grupo de Mão e Microcirurgia e Reabilitação- HCFMRP-USP

FICHA DE AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE PUNHO

1. Identificação:

Nome: _____ Registro do Hospital: _____

Procedência: _____ Mão dominante: E() D()

Escolaridade: _____ Profissão: _____

Data de Nascimento: __/__/__

Sexo F() M()

Mecanismo de Trauma: _____ Data do Trauma: __/__/__

Cirurgia: _____ E() D() Data da Cirurgia: __/__/__

Atualmente está:

() trabalhando mudou de função após a lesão no punho? () sim () não

() desempregado () afastado () aposentado

2. Goniometria:

	D (A/P)	E (A/P)
Flexão		
extensão		
Desvio ulnar		
Desvio radial		
Pronação		
supinação		

3. Dinamometria isométrica

Preensão		Pinça polpa-polpa		Pinça Lateral		Pinça 3 pontos	
D	E	D	E	D	E	D	E
M:	M:	M:	M:	M:	M:	M:	M:

4. Avaliação Isocinética

	Punho operado	Punho não-operado	Operado/não operado (%)
Pico do torque de pronação			
Pico do torque supinação			
Trabalho total de pronação			
Trabalho total de supinação			

5. Questionário DASH **Pontuação:** _____

Apêndice C - Tabelas

Pico do torque de pronação e de supinação de cada indivíduo com 3 e 6 meses de PO

Indivíduo	Pico do Torque de Pronação				Pico do Torque de Supinação			
	3 meses de PO		6 meses de PO		3 meses de PO		6 meses de PO	
	Operado	Não Operado	Operado	Não Operado	Operado	Não Operado	Operado	Não Operado
1	1,5	2,3	2,1	2,7	1,7	3,1	3,4	3,6
2	4,3	19,9	8,7	19,3	7,6	9,5	10,0	9,3
3	3,8	4,4	2,2	2,7	5,3	6,0	6,1	5,7
4	4,3	5,5	5,7	5,6	8,8	6,7	11,5	11,9
5	3,0	4,5	3,2	4,6	6,7	6,4	5,9	6,0
6	4,6	3,1	4,9	7,9	7,5	4,5	7,3	6,6
7	4,9	6,6	4,6	4,7	5,8	5,9	7,2	5,9
8	11,4	11,4	14,6	11,8	16,2	14,6	13,9	14,1
9	8,1	10,4	6,8	9,0	7,2	10,9	11,4	10,3
10	4,5	8,6	6,5	7,6	7,8	11,1	8,9	10,6
11	1,7	3,6	2,2	2,1	3,8	3,5	3,5	5,0
12	2,0	1,8	1,8	2,0	4,8	4,3	5,3	5,6
13	1,7	2,3	1,4	1,8	4,2	5,2	3,9	5,6
14	5,5	10,1	3,7	8,7	10,4	12,7	10,9	10,5
média	4,37	6,79	4,88	6,46	6,98	7,45	7,80	7,90
p Valor	0,047		0,083		0,386		0,688	

Trabalho total de pronação e de supinação de cada indivíduo com 3 e 6 meses de PO

Indivíduo	Trabalho Total de Pronação				Trabalho Total de Supinação			
	3 meses de PO		6 meses de PO		3 meses de PO		6 meses de PO	
	Operado	Não Operado	Operado	Não Operado	Operado	Não Operado	Operado	Não Operado
1	3,8	14,2	12,3	18,6	8,8	17,9	18,6	20,4
2	24,0	104,9	46,4	98,1	46,6	53,4	59,2	60,3
3	19,3	14,4	7,1	6,9	30,2	37,9	41,7	35,1
4	24,6	31,9	33,2	32,8	55,4	49,2	67,9	70,6
5	6,1	14,2	8,5	5,7	43,2	38,4	36,2	36,5
6	23,3	10,4	21,1	48,2	42,9	31,0	44,3	21,6
7	17,5	29,0	13,6	28,5	33,3	40,7	45,1	43,5
8	72,6	77,4	79,8	66,9	103,7	93,1	101,5	93,6
9	49,2	59,5	35,7	57,1	46,7	68,7	63,0	63,0
10	18,1	48,9	32,0	44,5	47,9	67,4	57,8	61,1
11	7,0	18,0	3,4	5,8	18,8	19,9	22,4	32,1
12	1,5	6,7	1,6	5,4	32,4	32,4	37,2	38,8
13	0,3	1,5	1,9	5,0	29,9	35,3	28,3	37,1
14	18,0	49,3	19,4	56,6	63,9	74,2	60,6	70,5
média	20,37	34,30	22,57	34,29	43,12	47,10	48,84	48,87
p Valor	0,038		0,026		0,165		0,99	

Submissão do artigo em revista

De: Journal of Hand Surgery jhs@assh.org 🇧🇷
Assunto: A manuscript number has been assigned to your manuscript.
Data: 11 de setembro de 2015 16:10
Para: paulacle@gmail.com

Dear Mrs. Cle,

Your submission, "Full Title: Isokinetic evaluation of pronation and wrist function after volar locking plate for distal radius fractures Short title: Isokinetic evaluation for DRF", has been assigned manuscript number: JHS-D-15-00839.

You can check on the status of your manuscript in the review process by logging on to the Elsevier Editorial System as an author.

The URL is <http://ees.elsevier.com/jhs/>.

Your username is [REDACTED]

If you need to retrieve password details, please go to: [REDACTED]

Thank you for submitting your manuscript.

Best wishes,

Kim Mackey, BA
Editorial Manager
The Journal of Hand Surgery

Isokinetic evaluation of pronation and wrist function after volar locking plates for distal radius fractures

Paula G. Villa Clé, MSc, Rafael I. Barbosa, PhD, Marisa de Cássia Registro Fonseca, PhD, Cláudio Henrique Barbieri, PhD, Luciano F. Lemos de Oliveira, MSc, Nilton Mazzer, PhD

From the Department of Biomechanics, Medicine and Rehabilitation of the Locomotor Apparatus, Medical School of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Brazil.

Short title

Isokinetic evaluation for DRF

Corresponding author

Paula G. Villa Clé

Email: paulacle@gmail.com

Phone: (55) 16 3602-4413

University of São Paulo, Avenida Bandeirantes, 3900, Ribeirão Preto, SP 14049-900, Brazil

Acknowledgements

The authors are grateful for the support of Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). We would like to express our gratitude to the therapists that helped us with the recruitment of patients.

Key words

Distal radius fracture, isokinetic evaluation, pronation strength, volar locking plate, and wrist function.

Abstract

Purpose: The use of volar locking plates to treat distal radius fractures (DRF) has been the most frequently used technique because it presents minor complications postoperatively compared to others approaches. In this surgical technique the pronator quadratus muscle (PQ), which plays an important role in the movement of pronation and stabilization of the distal radioulnar joint, is released from its insertion. The aim of the present study was to assess the effects of this intervention in pronation strength and wrist function.

Methods: The sample consisted of 14 patients underwent open reduction and internal fixation with the volar locking plate for DRF. The examinations included measurement of wrist range of motion (ROM) with a goniometer, grip and pinch strengths using a Dynamometer, functional assessment using the DASH score and the measurement of pronation and supination strengths using an isokinetic dynamometer. The operated wrist was compared with the contralateral side at 1 week, 1, 3 and 6 months postoperatively.

Results: At 6 months the recovery of wrist ROM was partial, most of the evaluated amplitudes showed significant differences, except the passive extension and passive ulnar deviation. No significant differences were found in pinch strengths. Grip strength presented a 28.55% deficit of the operated side at 3 months, and this deficit decreased to 14.53% with significant difference at 6 months. An average of 9.27 in the DASH score was obtained at final evaluation. The mean values of peak pronation torque and total pronation work were lower in operated wrists, and the total pronation work presented significant difference at 6 months.

Conclusions: This study suggests that the volar approach on distal radius fractures has impact on wrist function and in pronation strength. Careful dissection of the PQ muscle in surgery, repair it whenever possible and longer follow-up periods over 12 months were recommended.

Type of study/level of evidence: Therapeutic II.

Introduction

The incidence of distal radius fracture in the UK is 9 per 10,000 men and 37 per 10,000 women per year¹. In the United States, around 640,000 cases of this fracture were reported in 2001². It is estimated that with the demographic changes that have occurred in industrialized countries and the increase in life expectancy, the incidence of this fracture should increase by 50 % until the year 2030³.

Currently, the treatment of unstable fractures employing the volar locking plate has been recommended. The reason is that the outcomes show a lower incidence of both decreased volar tilt and radial tilt⁴ and few complications after surgery, such as reduced risk of irritation of the tendons, identified as one of the greatest problems of dorsal plate⁵.

The pronator quadratus muscle (PQ) is released from the radius to accommodate the plate in the volar approach. At the end of the procedure PQ muscle repair is considered difficult because the insertion of the muscle is not strong enough to hold the suture⁶ and because of the retraction of the muscle⁷. The PQ muscle is composed of two parts: a deeper one and a superficial one. The deep portion appears to have a stabilizing role of the distal radioulnar joint, and the superficial one contributes primarily to the pronation of the forearm⁸.

Literature has not shown consensus on the real participation of the PQ muscle in the movement of pronation or regarding the impact of surgery with the volar approach on the pronation strength and stabilization of the wrist.

The aims of this study was to evaluate prospectively the functional outcomes of patients with distal radius fractures underwent osteosynthesis with volar locking plate in immediately postoperatively to 6 months follow-up and mainly assess the impact on the pronation strength.

Materials and methods

Patients aged between 23 to 76 years, both male and female, with unilateral distal radius fracture submitted to osteosynthesis with volar locking plates 2.4mm, were recruited within one week postoperatively and with no other fracture on upper limb or previous fracture. The patients that presented inadequate fracture reduction or loss of reduction, fracture underlying disease (bone tumors, metastases), complex regional pain syndrome,

inflammatory rheumatic disease, neurological diseases, dementia and/or cognitive disorders that interfered with the rehabilitation process and individuals who could not remain seated during the tests, were excluded. The Ethics Committee of the hospital, under the process number 284.718, approved the study, and participants were informed about the study and signed a free and informed consent form.

Initially we included 24 individuals in this study, however 10 were excluded for many reasons: 6 for dropping out of treatment, 2 for loss of reduction and surgical rapprochement, 1 for complex regional pain syndrome and 1 with psychiatric disorder observed during the study. Fourteen subjects completed all evaluations during the period of the study (Figure 1) and included 8 women and 6 men with an overall mean age of 44.43 years. The right wrist was injured in 9 individuals and the left in 5 individuals.

All of the patients were operated on using the volar approach (palmar access Henry), and the PQ muscles were routinely stripped off at the radial insertion. Fractures were fixed using a volar locking plate system and the PQ muscle was repaired to the insertion as close as possible at the end of the operation.

Patients were followed-up at 1 week; 1, 3 and 6 months postoperatively, which included measurement of wrist range of motion (ROM) active and passive; grip and pinch strengths with the dynamometer (Jamar[®] and Preston Pinch Gauge[®]) following the standardization recommended by the American and Brazilian Society of Hands Therapists (ASHT and SBTM)^{9,10} and the application of an upper limb dysfunction questionnaire (DASH - Disability of the arm, shoulder and hand)^{11,12}. The physical therapy followed a service protocol.

Isokinetic tests of forearm rotation (using a Biodex System 4[®]) were performed during pronation and supination movements of both arms at the same speed load ($90^{\circ} \text{ s}^{-1}$) according to the study by Huh et al. (2012)⁶. The wrists performed 5 effort trials, and the non-involved wrist was tested before the involved one. Total work was defined as the greatest amount of work performed during 5 repetitive isokinetic tests and peak torque was the highest torque measured.

Antero-posterior and lateral radiographs were obtained upon admission, intra-operatively, immediately postoperatively and in follow-up evaluations. Fractures were classified using the AO classification system as: type A (extra articular), type B (partial articular) or type C (complex articular) and their following subdivisions. The most common

type was C2 (35.7 % of cases), followed by B3 and C3 (with 21.4 % of cases each).

The Student t test for paired samples was used to measure the isokinetic strength, grip and pinch strengths, and range of motion between the operated and non-operated wrists and *p* values < 0.05 were considered significant.

Results

The patients improved wrist range of motion, however there were significant differences in (active and passive) measurements of: flexion, extension, pronation and radial and ulnar deviation, and active supination at 3 months ($p < 0.05$). Only measures of passive supination presented no significant difference ($p = 0.76$) (Table 1). At 6 months, the measures of passive extension ($p = 0.105$) and passive ulnar deviation ($p = 0.064$) presented no significant difference, the other variables maintained significant differences (Table 2).

There was also significant difference in mean grip strength of the operated side (22.87 ± 12.78 kgf) compared to non-operated side (32.01 ± 12.72 kgf) ($p < 0.001$) at 3 months, with a deficit of 28.55 % (Table 1). After 6 months the deficit decreased to 14.53 %, and the mean values for the operated side were 27.17 ± 14.50 kgf and for the non-operated side were 31.79 ± 12.14 , with significant difference ($p = 0.011$) (Tables 1 and 2).

The values of two-point pinch, lateral pinch, and palmar pinch showed no significant difference between the groups at 3 and 6 months (Tables 1 and 2).

The DASH score decreased over time; at 1 month the score was 43.65 (range 15 to 103), at 3 months it was 20.27 (range 0 to 67.50) and finally at 6 months it was 9.27 (range 0 to 34.16) (Tables 1 and 2).

In isokinetic evaluation at 3 months, the peak pronation torque and total pronation work presented lower values comparing the operated and non-operated sides, with significant difference ($p = 0.047$ and $p = 0.038$, respectively). Only total pronation work presented significant difference ($p = 0.026$) at 6 months (Tables 3 and 4).

Discussion

This study investigated prospectively the wrist function after osteosynthesis with volar locking plate in patients with distal radius fracture, and the repercussions in the PQ muscle through the isokinetic dynamometer.

Patients recovered partially wrist ROM at 6 months. In a retrospective study of individuals with distal radius fractures submitted to internal fixation with LCP plate at 1 year postoperatively, there was no significant difference between the operated and the contralateral wrist ROM, grip and pinch strengths¹³.

Grip strength presented 14.53% of deficit on the operated wrist compared to the non-operated wrist at 6 months. The pinch values had no significant difference between the operated and non-operated wrists at 3 and 6 months. These results apparently did not affect clinical outcomes as assessed by DASH scores.

The DASH score was decreasing over the postoperative time and the lower score of DASH meant lower dysfunction. Six months after the surgery the score was 9.27 points (ranging from 0 to 34.16). Corroborating our findings, Huh et al. (2012) evaluated wrists of individuals after placing volar plate in the distal radius fracture and obtained DASH score of 15 points (range 0-44) at 6 months postoperatively and 13.3 points (range 0-43) at 1 year postoperatively⁶. In a retrospective study, Hakimi et al. (2010) evaluated the functional results and complications after placing volar locking plate in distal radius fractures, and found similar results, DASH score of 14.8 points (range 0-46) at 1 year postoperatively¹⁴.

The isokinetic dynamometer is an important tool and provides data such as torque and total work. In this study we compared the operated side with the contralateral without considering dominance according to a study by Matsuoka et al (2006)¹⁵. At 3 months, the peak pronation torque in the operated side showed a 36% deficit in relation to the non-operated side, and the total pronation work, 41%, presenting significant difference. At 6 months, these deficits decreased to 24% and 34% of peak pronation torque and total pronation work respectively, there was only significant difference in total pronation work. Our data are similar with the study by McConkey et al. (2009), in which the pronation torque was investigated in healthy subjects before and after a temporary paralysis of the PQ muscle with a lidocaine injection, they found a 21% decrease of pronation torque after the procedure¹⁶. Other study, which investigated the role of the PQ muscle after volar approach to placing the plate in the distal radius fracture, using an isokinetic (Biodex System 4[®]) also found values similar to ours at 6 months postoperatively, with decreased pronation strength by 18.5 % in the operated wrists¹⁷. Data from these studies demonstrated that the function of the PQ is impaired in volar approach but has a partially recovery in the PO at 6 months. This functional impairment may occur due to damage to the PQ in surgery, insufficient suture, changes in

muscle tension, poor muscle healing due to implant allocated under it, disuse atrophy and / or pain in the early postoperative period.

Several reasons were cited for the recommended PQ muscle repair. First, the PQ muscle covers the volar plate, theoretically preventing flexor tendon friction and irritation that may lead to disruption. Preserving the PQ muscle can benefit blood supply to the fracture site. And this muscle probably promotes the stability of the DRUJ through its anatomical position and its muscular action^{18,19}.

Complications related to volar approach and placements of the plate for fixation at distal radius fractures are common in the literature. Reported complications were failure of reduction, hardware discomforts, tendon irritation/ruptures, infection, carpal tunnel syndrome, complex regional pain syndrome, and stiffness^{5, 14, 20 21}. Our study found loss reduction in two individuals who required a secondary surgery; development of complex regional pain syndrome was found in one and in two who have the plate removed at 6 months, due to tendinitis of the extensor tendons of the fingers and another for reporting hardware discomfort.

Among the study's limitations are: short follow-up, small sample size, and the fact that physical therapy sessions in the rehabilitation phase were not controlled.

For this sample, we observed that the patients showed a partial recovery of wrist function compared to the non-operated side at 6 months. PQ muscle careful dissection and repair are important factors that determine the evolution of the postoperative period of distal radius fracture and this is a potential area for future research. We suggest studies that follow these patients in 1-year postoperatively, including the assessment of pronation and supination strengths in the routine of services when possible. In addition there are also necessary randomized clinical trials comparing other techniques with the volar approach in patients with distal radius fractures.

References

1. Nazar MA, Mansingh R, Bassi RS, Waseem M. Is there a consensus in the management of distal radial fractures? *Open Orthop J.* 2009;3:96-99.
2. Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg Am.* 2001;26(5):908-915.
3. Figl M, Weninger P, Liska M, Hofbauer M, Leixnering M. Volar fixed-angle plate osteosynthesis of unstable distal radius fractures: 12 months results. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129(5):661-669.
4. Gruber G, Gruber K, Giessauf C, Clar H, Zacheri M, Fuerst F, Bernhardt GA. Volar plate fixation of AO type C2 and C3 distal radius fractures, a single-center study of 55 patients. *J Orthop Trauma.* 2008;22(7):467-472.
5. Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, Krappinger D, Espen D, Gabl M. Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma.* 2007;21(5):316-322.
6. Huh JK, Lim JY, Song CH, Baek GH, Lee YH, Gong HS. Isokinetic evaluation of pronation after volar plating of distal radius fracture. *Injury.* 2012;43(2):200-204.
7. Chirpaz-Cerbat JM, Ruatti S, Houillon C, Ionescu S. Dorsally displaced distal radius fractures treated by fixed-angle volar plating: Grip and pronosupination strength recovery. A prospective study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2011;97(5):465-470.

8. Gordon KD, Pardo RD, Johnson JA, King GJ, Miller TA. Eletromyographic activity and strength during maximum isometric pronation and supination efforts in healthy adults. *J Orthop Res*. 2004;22(1):208-213.
9. Fess EE. Grip Strength. In: Casanova J., editors. *Clinical assessment recommendations*. 2th ed. Chigaco: American Society of Hand Therapists. 1992;41-16.
10. Abdalla IM, Brandão MC. Forças de preensão palmar e da pinça digital. In: *Sociedade Brasileira de Terapeutas da Mão (SBTM). Recomendações para avaliação do membro superior*. 2005, 38-41.
11. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). *Am J Ind Med*. 1996;29(6):602-608.
12. Orfale AG, Araújo PM, Ferraz MB, Natour J. Translation into Brazilian Portuguese, cultural adaptation and evaluation of the reability of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. *Braz J of Med Biol Res*. 2005;38(2): 293-302.
13. Clé PGV, Tasso LE, Barbosa RI, Fonseca MCR, Elui VMC, Roncaglia FB, Mazzer N, Barbieri C. Estudo retrospectivo do estado funcional de pacientes com fratura do rádio distal submetidos à osteossíntese com placa LCP. *Acta Fisiátrica*. 2011;18(4):163-168.
14. Hakimi M, Jungbluth P, Windolf J, Wild M. Functional results and complications following locking palmar plating on the distal radius: a retrospective study. *J Hand Surg Eur*. 2010;35(4):283-288.

15. Matsuoka J, Berger RA, Berglund LJ, An KN. An analysis of symmetry of torque strength of the forearm under resisted forearm rotation in normal subjects. *J Hand Surg Am.* 2006;31(5):801-805.
16. McConkey MO, Schwab TD, Travlos A, Oxland TR, Goetz T. Quantification of pronator quadratus contribution to isometric pronation torque of the forearm. *J Hand Surg Am.* 2009;34(9):1612-1617.
17. Armangil M, Bezirgan U, Basarir K, Bilen G, Dermitas M, Bilgin SS. The pronator quadratus muscle after plating of distal radius fractures: is the muscle still working? *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24(3):335-339.
18. Swigart CR, Badon MA, Bruegel VL, Dodds SD. Assessment of pronator quadratus repair integrity following volar plate fixation for distal radius fractures: a prospective clinical cohort study. *J Hand Surg Am.* 2012;37(9):1868-1873.
19. Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg Am.* 2002;27(2):205-215.
20. Yu YR, Makhni MC, Tabrizi S, Rozental TD, Mundanthanam G, Day CS. Complications of low-profile dorsal versus volar locking plates in the distal radius: a comparative study. *J Hand Surg Am.* 2011;36(7):1135-1141.
21. Rozental TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2006;31(3):359-365.

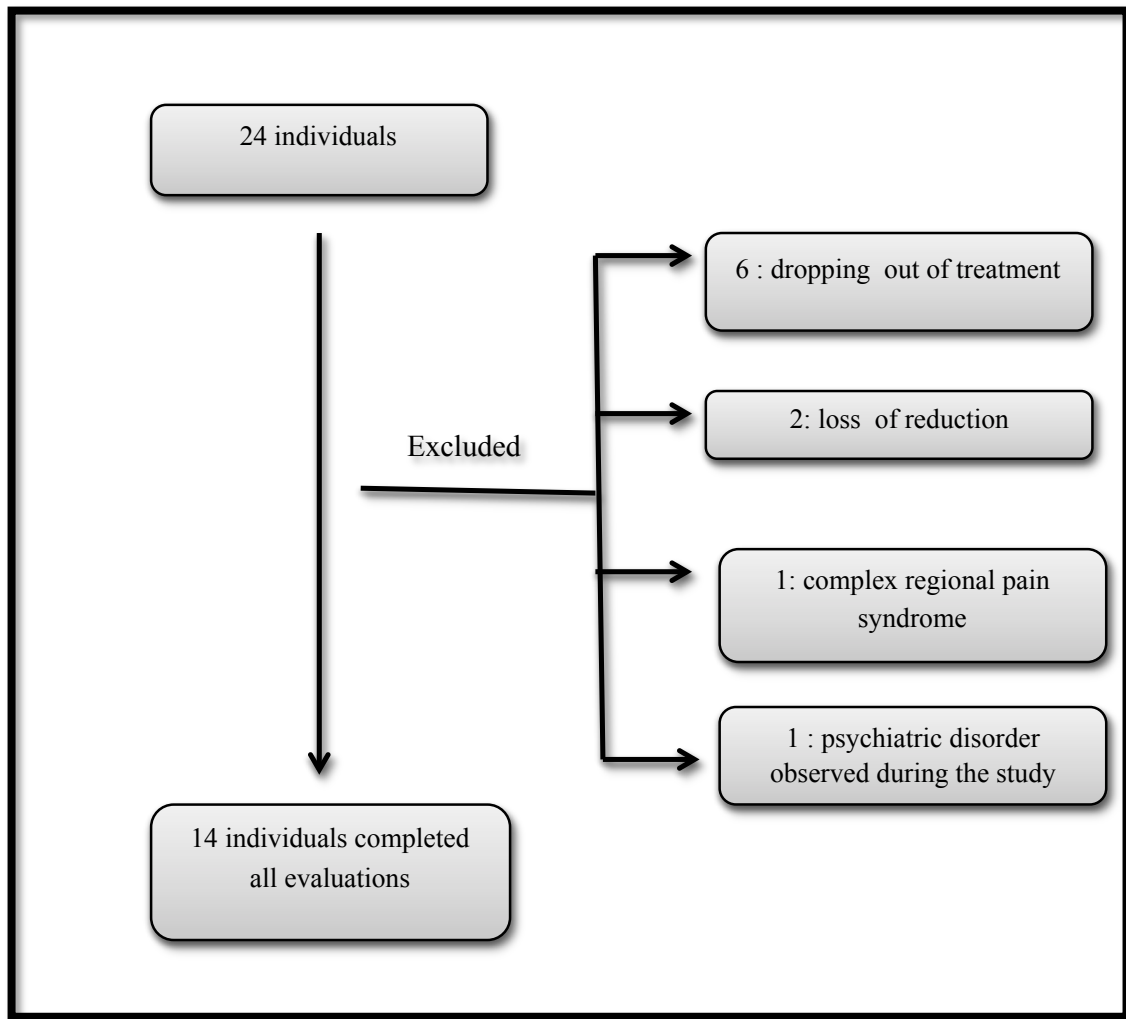


Figure 1: Study flow diagram

Table 1 - Clinical outcomes at postoperative 3 months

	Operated side	Non-operated side	<i>p value</i>
Grip power (Kgf)	22.87 ± 12.78	32.01 ± 12.72	<0.001*
Two-point pinch (Kgf)	4.56 ± 1.48	5.52 ± 1.01	0.005*
Palmar pinch (Kgf)	6.08 ± 2.29	7.32 ± 1.84	0.040*
Lateral pinch (Kgf)	8.15 ± 3.32	8.99 ± 2.79	0.013*
DASH	20.27 ± 22.74		
Wrist range of motion			
Flexion			
Active	59.85 ± 10.05	82.28 ± 6.14	<0.001*
Passive	67.28 ± 12.09	88.57 ± 4.56	<0.001*
Extension			
Active	53.07 ± 15.38	70.71 ± 5.49	0.001*
Passive	69.07 ± 16.47	82.64 ± 5.41	0.011*
Pronation			
Active	77.71 ± 6.39	85.71 ± 3.85	<0.001*
Passive	82.78 ± 5.07	86.78 ± 3.72	0.009*
Supination			
Active	83.57 ± 7.44	88.57 ± 2.34	0.029*
Passive	85.85 ± 4.99	88.57 ± 2.34	0.076
Radial deviation			
Active	16.57 ± 5.93	24.35 ± 9.29	0.002*
Passive	25.50 ± 6.39	31.92 ± 7.97	0.002*
Ulnar deviation			
Active	28.07 ± 5.73	35.42 ± 6.23	0.003*
Passive	33.50 ± 6.11	40.50 ± 6.64	0.003*

Data are given as the mean and the standard deviation.

Table 2 - Clinical outcomes at postoperative 6 months

	Operated side	Non-operated side	<i>p value</i>
Grip power (Kgf)	27.17 ± 14.50	31.79 ± 12.14	0.011*
Two-point pinch (Kgf)	5.04 ± 1.34	5.22 ± 1.06	0.454
Palmar pinch (Kgf)	6.95 ± 2.41	7.07 ± 2.05	0.720
Lateral pinch (Kgf)	8.28 ± 2.37	8.61 ± 2.20	0.190
DASH	9.27 ± 10.23		
Wrist range of motion			
Flexion			
Active	68.42 ± 10.41	82.28 ± 6.14	<0.001*
Passive	77.42 ± 10.50	88.57 ± 4.56	0.001*
Extension			
Active	58.78 ± 14.85	70.71 ± 5.49	0.012*
Passive	73.78 ± 17.75	82.64 ± 5.41	0.105
Pronation			
Active	82.50 ± 3.79	85.71 ± 3.85	0.013*
Passive	84.64 ± 3.65	86.78 ± 3.72	0.028*
Supination			
Active	85.00 ± 5.88	88.57 ± 2.34	0.019*
Passive	86.78 ± 3.16	88.57 ± 2.34	0.019*
Radial deviation			
Active	18.14 ± 5.99	24.35 ± 9.29	0.019*
Passive	25.42 ± 5.51	31.92 ± 7.97	0.004*
Ulnar deviation			
Active	28.28 ± 6.76	35.42 ± 6.23	0.005*
Passive	35.14 ± 6.08	40.50 ± 6.64	0.064

Data are given as the mean and the standard deviation.

Table 3 - Isokinetic evaluation at 3 months

	Operated side	Non-operated side	Operated/non-operated side (%)	<i>p value</i>
Peak pronation torque (Nm)	4.37 (1.67-7.07)	6.79 (1.86-11.72)	64%	0.047*
Peak supination torque (Nm)	6.98 (3.52-10.44)	7.45 (3.81-11.09)	94%	0.386
Total pronation work (J)	20.37 (0.70-40.04)	34.30 (4.14-64.46)	59%	0.038*
Total supination work (J)	43.12 (20.55-65.99)	47.10 (25.30-68.90)	92%	0.165

Data are given as the mean and range.

Table 4 - Isokinetic evaluation at 6 months

	Operated side	Non-operated side	Operated/non-operated side (%)	<i>p value</i>
Peak pronation torque (Nm)	4.88 (1.33-8.43)	6.46 (1.63-11.29)	76%	0.083
Peak supination torque (Nm)	7.80 (4.45-11.15)	7.90 (4.77-11.03)	99%	0.688
Total pronation work (J)	22.57 (0.94-44.2)	34.29 (5.47-63.11)	66%	0.026*
Total supination work (J)	48.84 (27.22-70.46)	48.87 (27.63-70.11)	100%	0.990

Data are given as the mean and range.