

초청리뷰논문

A study on the effect of push-up plus exercise on the scapula stabilization

Hankyo Seo¹, Youngjun Choi^{2*} & Kyunga Choi³

¹Shinhan University, ²Dongnam Health University, & ³Sungkyunkwan University

[Purpose] The purpose of this study was to analyze the effect of push-up plus exercise(PUPE) on stabilization of the scapula and to use it as basic data for shoulder rehabilitation program. **[Methods]** In this study, research papers were collected using Research Information Sharing Service(RISS) and Pub-Med Central(PMC) as a search term for scapular stabilization, push - up plus, shoulder joint injury rehabilitation and scapular stabilization exercise. Also, it was used as basic data of literature analysis. The collected data were classified into the structure and movement of the scapula and shoulder, kinesiological relation of the scapula and the mechanism of injury, and the effect of push-up plus **[Results]** Serratus anterior is a typical stabilizing muscle, and it forms a force couple with the upper and lower trapezius to control the movement of the scapula. The PUPE is an effective exercise method to selectively strengthen serratus anterior, which are the stabilizing muscles of the scapula, and is an exercise method that is also useful for correcting the wrong postures and movements because of hypertonus upper trapezius. In addition, various conditions such as application posture, arm position, and ground instability were suggested during PUPE. **[Conclusion]** The results of this study confirmed that PUPE is an effective program for scapula stabilization in the rehabilitation of shoulder injuries and injured patients and athletes. The PUPE will be used as a rehabilitation exercise program for patients and athletes who need rehabilitation of the shoulder joint.

Key words: Push-up plus exercise, Scapula stabilization, Serratus anterior

서론

견관절은 인체의 모든 관절 중 활동범위가 가장 크고 복잡한 부위이다. 넓은 가동성으로 인하여 유동적이지만, 안정성에 영향을 미쳐 관절의 과도한 움직임에 의한 뼈, 근육, 건, 인대, 활액낭 등에 상해를 일으키기 쉽다(Magee, 1998). 4개의 관절들로 구성된 견관절은 상호 작용에 의해 움직임이 일어난다. 견관절의 기본적인 움직임은 항상 견갑골과 함께 수행하도록 되어있고 견갑

골의 움직임에 이상이 생기면, 견관절 운동에 큰 영향을 미친다(Park et al., 2009). 견갑골은 승모근, 견갑거근, 능형근, 전거근 등에 의해 움직임과 고정자로서의 역할을 수행하게 되는데(Hong, 2012), 가장 이상적인 견갑골의 위치는 제한적인 견관절의 움직임을 최대로 증진 시킬 뿐 아니라, 돌림근띠(rotator cuff)가 견상완관절에 최대한의 힘을 발휘하는데 효과적인 위치이다(Kibler, 1998). 견갑골이 정상적인 위치에 있게 하는 능력은 상지의 움직임 시, 비정상적인 관절 내 운동, 관절과 근육의 적절한 작용에 필수적인 요소이다. 견갑골 주위 근육들 중에서 상부와 중부 승모근의 과도한 작용을 억제하고, 중부와 하부 승모근 그리고 전거근의 작용을 촉진시키는 것이, 상지를 움직이는 운동을 하기 전에

논문 투고일 : 2017. 08. 21.

논문 수정일 : 2017. 09. 03.

게재 확정일 : 2017. 09. 06.

* 교신저자 : 최영준(manse2010@naver.com).

이루어져야 하는 매우 중요한 부분이다(Kirkesola, 2004). 안정화 근육들은 견갑골의 위치를 조절하고 안정성을 가지는 동시에, 견갑상완 근육들이 상완골을 움직이고 안정시키는 기능을 수행하는 동안 적절한 길이 및 장력을 유지할 수 있게 한다. 또한, 반대 방향에서 견갑골의 가속운동을 원심성으로 조절하기 위해 작용한다. 위치에 따라 견갑골의 움직임은 조절하지 못한다면, 상완골 근육들의 효율성은 감소한다(Jung, 2012). 견관절의 안정성에는 정적 그리고 동적 안정화 요소가 매우 중요하다(Myers et al., 2003). 정적 안정화 요소에는 관절순과 관절와, 관절 내 음압과 관절낭-인대 복합체의 저항성이 있고, 동적 안정화 요소에는 견갑골 주변부 근육들과 흉부와 상완골 주변부의 근육들이 견관절의 안정성에 관여하고 있다(Masten III et al., 2006). 견갑골의 비정상적인 움직임에 의한 비대칭은 견관절의 기능상실과 통증 유발, 관절가동범위 제한, 비정상적인 운동, 스트레스 부하나 특정방향으로의 보상운동 발생, 마지막으로 견관절 주변의 근력 감소를 유발한다. 이러한 견갑골 비대칭에 대한 선행연구들은 정상적인 견갑골의 움직임을 방해하는 결합조직, 근육길이의 차이, 근육군의 짝을 이루는 짝힘(force couple)의 불균형과 비정상적인 근육군의 동원순서를 가진 사람에게 안정성을 제공하는 등척성 운동과 견갑골 주변근의 재활을 통해 견갑골의 정상위치를 회복해야 한다고 제시하였다(Park, 2007; Mottram, 1997).

견갑골 움직임에 대한 운동프로그램은 최근 닫힌 사슬운동(Closed Kinetic Chain)중심의 연구가 많이 진행되고 있다. 닫힌 사슬 운동은 근력강화와 지구력 증진 뿐만 아니라 관절 면과 관절 주위를 압박하여, 여러 관절의 협응 수축을 일으키고 관절 주위에 더 많은 고유수용성 감각을 제공하여 관절의 동적 안정성과 자세유지를 위한 운동프로그램으로 자주 이용된다. 그 중에서, 푸시업 플러스운동은 전거근 및 견갑골 안정화 협력근을 위한 효과적인 닫힌 사슬 운동프로그램으로 많이 이용하고 있다. 푸시업 플러스운동이란 일반적인 팔굽혀펴기 동작에서 주관절의 최대 신전을 한 후, 견갑골 전인을 추가한 운동이다(Ellenbecker & Davies, 2001). 전거근

중심의 효과적인 견갑골 안정화운동으로 푸시업 플러스 운동에 대한 여러 선행연구들이 진행되었다.

본 연구는 푸시업 플러스운동이 견갑골 안정화에 기여하는 운동학적 역학기전과 지금까지 보고된 선행연구들의 다양한 효과를 분석하여, 일상생활에서 견관절 질환으로 고생하는 환자나 스포츠현장에서 부상으로 회복하는 선수의 재활에 도움이 되고 견관절 손상을 미연에 방지할 수 있는 예방차원의 기초자료로 활용되는 것을 목적으로 하고 있다.

연구방법

분석대상 및 절차

본 연구는 '견갑골 안정화', '푸시업플러스', '견관절순상재활운동', '견갑골 안정화운동'을 검색어로 선정 후, Research Information Sharing Service(RISS)를 이용하여 40편의 국내논문을 자료로 수집하였고, PubMed Central.(PMC)를 이용하여 push-up plus exercise, push-up plus를 검색어로 21편의 국외논문을 수집하였다. 수집된 총 61편의 선행연구는 지지면 상태에 따른 연구, 근활성도 관련연구, 견갑골운동이상과 자세관련 연구 및 운동방법에 따른 연구 등을 소주제로 정하고 국내논문 19편과 해외논문 10편을 1차 분류하고 분석하였다. 중복된 주제의 논문을 제외하고 최종적으로 총 20편의 국내·외 논문을 분석대상으로 선정하였고 문헌조사의 기본 자료로 활용하였다. 분석대상은 체육, 스포츠, 보건 및 의학 관련 연구논문을 대상으로 정하였다.

분석내용

본 연구에서 수집된 논문자료들은 견갑골 및 견관절의 구조와 움직임, 견갑골의 운동학적 역학관계 및 손상 기전, 푸시업 플러스운동의 효과에 대하여 분석하였고 스포츠현장, 일반인과 환자에게 푸시업 플러스운동 효과의 관점에서 논하였다.

연구결과

본 연구는 국내·외에서 발표된 푸시업 플러스운동과 관련된 선행연구를 지지면 상태에 따른 연구, 근활성도 관련연구, 견갑골운동이상과 자세관련 연구 및 운동방법에 따른 연구 등을 기준으로 분석하여 연구결과를 도출하였다. 연구의 결과는 견갑골 및 견관절의 구조와 움직임, 견갑골의 운동학적 역학관계 및 손상기전, 푸시업 플러스운동의 효과를 포함한다.

견갑골 및 견관절의 구조와 움직임

견관절은 연부조직 관절로, 매우 큰 운동성을 나타내는 반면, 적은 안정성을 나타낸다. 대부분의 견관절 안정성은 근육에 의존하고 있어, 만성적인 과사용 손상이 많이 발생하며 견관절 주변 근육의 비정상적인 작용은 견갑흉추 관절의 움직임에 악영향을 미칠 수 있다(McQuade et al., 1998). 견관절을 다른 운동에 비해 많이 쓰는 체조 선수와 야구선수들의 경우, 견관절 재활 운동에 반드시 견갑대 운동이 포함되어 있고 그 중, 전거근 강화를 위한 전인(protraction) 동작이 있다(Lim, 2010; Han, 2010). 이는, 견관절 주변 근육의 강화가 아닌 견관절의 안정성을 높이기 위한 것으로, 일상생활 동작에서 견관절의 정상적인 기능과 안정성은 매우 중요하기 때문이다. 견관절의 동작은 견관절 복합체를 구성하는 여러 관절들의, 상호작용과 균형에 의존한다(Decker et al., 1999; Hess, 2000). 견갑골의 불안정한 동적 안정성은 목과 견관절 부위에 신경, 근골격계의 기능부전을 유발한다(Kim et al., 2007). 견갑골의 기능은 견갑골 근육의 수행능력에 따라 다르며 견갑골의 정적 또는 동적인 안정성은 움직임을 조절하는데 작용한다. 또한, 견갑골의 위치와 움직임 조절 능력은 정상적인 상지 기능을 위한 필수 요소이다(Glousman et al., 1988).

견갑골의 안정성을 제공하는 안정근(stabilizer)에는 전거근, 상승모근, 하승모근이 있으며, 상지를 거상시킬 때 상승모근과 하승모근, 전거근의 하부섬유가, 견갑골을 상방회전 시키기 위한 짝힘을 형성하고 세 개의 근육 힘이 협력하여 같은 방향으로 견갑골을 상방회전시킨다(Neumann, 2002). 이러한 견갑골 안정화에 관여하는

근육 중, 특히 중요한 역할을 담당하는 근육은 전거근이며 전거근의 기능이 감소하게 되면, 견갑골의 안정성이 떨어지고 견갑골의 익상(winging)을 초래하여, 비정상적인 움직임이 발생하게 된다. 또한, 이를 보상하기 위해, 상승모근이 과도하게 활성화되어 견관절 충돌이 발생할 수 있다(Smith et al., 2003). 이런 견갑골 근육들의 비정상적인 근활성 패턴을 '근육 불균형'이라고 하며 대부분 상승모근이 과도하게 활성화되고 전거근과 중/하승모근의 근활성도는 감소하는 모습을 보인다(Cools et al., 2007b; Kibler, 1998).

견관절 복합체의 모든 능동운동 시, 견관절 거상과 함께 굴곡 또는 외전을 포함하여 견갑골 상방회전은 반드시 일어난다(Neumann, 2002). 전거근은 흉곽위에서 상방회전과 후방경사를 하는 유일한 근육이다. 전거근은 상, 중, 하부로 나뉠 수 있는데, 특히, 중부와 하부가 상방회전과 후방경사 작용에 결정적인 역할을 한다(Phadke et al., 2009; Neumann, 2013). Moseley et al.(1992)은 5,6번째 갈비뼈 위치에 부착되는, 전거근의 일부를 중전거근, 견갑골 가측, 하각에 부착되는 가장 아래쪽 근섬유를 하전거근으로 구분하였으며, 중, 하전거근이 정상적인 견갑골의 움직임과 조절에 가장 중요한 요소라고 하였다. 중전거근은 견관절을 최대로 전인했을 때, 최대힘을 발휘하고, 하전거근은 바닥에서 상체를 들 때, 즉, 주관절을 신전할 때, 최대힘을 낸다고 하였다. 이 부위의 작용은 등뼈와 견갑골을 연결하는 다른 어떤 근육보다, 충돌증후군의 위험요소인 견갑골의 전방경사(anterior tilting)를 막고 흉추부위에 견갑골을 편평하게 고정하여 익상을 방지한다(Hardwick et al., 2006). 견관절의 병리와 비정상적인 움직임은 안정화근육들의 전반적인 약화 보다는, 안정화근육의 근활성도의 불균형이 영향을 줄 수 있다. 견갑골과 상완골의 비정상적인 움직임은 견갑골의 운동손상증후군의 특징으로, 특정부위에 통증이 발생한다. 또한, 견관절 근육에 근력, 동원패턴과 근육의 길이 관절가동범위에 영향을 미쳐, 운동이 쉽게 일어나는 방향(directional susceptibility to movement)이 발생되므로 상완견관절의 비정상적 스트레스가 증가하고 특정 방향으로 스트레스가 가해질 경우, 보상운동과 근력감소가 나타난다(Sahrmann, 2002).

승모근은 상, 중, 하부의 근섬유로 이루어져있고, 견

갑골의 상방회전을 위해서는 상승모근과 하승모근, 그리고 전거근의 협력 작용이 이루어진다. 이때 승모근의 역할이 매우 중요하다. 승모근 세 가지 근 섬유 모두, 주행 방향이 다르기 때문에, 그 역할 또한, 서로 다르게 나타난다. 상승모근은 견갑골을 상승시키는데 크게 기여하며, 중승모근은 견갑골 후인에 중요한 역할을 한다. 그리고 하승모근은 견갑골 하각을 아래쪽으로 당기게 되어 견갑골 안정화에 크게 기여한다. 또한, 하승모근의 약화는 견갑골의 상방회전을 주도하는 상승모근에 보상작용으로 인하여, 과도한 부하를 발생시키고 만성적인 상승모근 통증을 유발한다(Ki et al., 2010).

견갑골의 움직임에 영향을 미치는 여러 근육 가운데, 가장 큰 영향을 미치는 전거근은 견갑골을 앞으로 당겨 상방회전을 원활히 수행할 수 있도록 작용한다(Lee et al., 2013). 그러나 전거근의 약화로 발생하는 힘의 불균형은 비정상적인 견갑상완리듬(scapulo-humeral rhythm)과 잘못된 견갑골의 움직임을 유발하게 된다.

견갑골의 운동학적 역학관계 및 손상기전

척추의 바른 기립자세에서 견갑골 주위 근육은 견갑골 회전 시, 정상적인 근활성도의 근육별 비율이 비교적 일정하다(Kebaetse et al., 1999).

Sahrmann(2002)은 근육의 길이 변화는 신체 균형 시스템을 교란시켜 주동근과 길항근의 길이-장력 곡선의 균형점을 변경시키며, 단축된 근육은 길어진 길항근보다 더 빨리 동원된다고 하였다. 따라서 견관절 주변의 비정상적인 근육의 작용으로 발생하는 견갑골 자세이상 은 견갑흉추 관절의 움직임이 제한되어 견관절에 순간 힘(moments of force)발생 시, 악영향을 줄 수 있다(McQuade et al., 1998).

Kibler & McMullen(2003)은 상지의 동작이 이루어질 때, 견갑골은 항상 일정한 짝운동(couple movement)을 하게 되는데 이때, 견갑골의 위치나 움직임의 부적절한 변화는 견갑골 운동이상증(scapular dyskinesia)을 일으킨다고 하였다. 이로 인하여, 견갑골을 안정화시키는 근육들에 작용 형태의 변화나 역제가 발생될 수 있다. 견갑골 안정성에 관여하는 중요한 근육들에는 상, 중, 하 승모근과 전거근이 있으며 상지를 거상시킬 때, 상승

모근과 하승모근 그리고 전거근의 하부섬유는 견갑골을 상방회전 시키기 위한 짝힘을 형성하고 세 근육의 힘이 협력하여 같은 방향으로 견갑골을 상방 회전시킨다. 이 근육들의 협응력이 견갑골의 적절한 위치와 동적 안정성을 제공한다. 현재 견관절 손상의 재발에 있어서, 견갑골의 역할과 흉견갑근육의 운동에 대한 관심이 증가하고 있다. 견갑골 안정성 근육들의 능력은 견갑골의 적절한 위치를 유지시켜주고 견갑골의 운동을 책임진다. 또한 견관절에 비정상적인 스트레스를 최소화하기 위하여 상완골과 최적의 관계를 유지해야 한다. 최근 연구에서 강조하는 부분은 정상적인 견관절 기능에 중요한 역할을 하는 견흉근육의 광범위한 근력보다 오히려 짝힘역할 근육의 근활성도 균형 조절에 초점을 맞추고 있다. 견갑골 짝힘역할 근육의 동원순서(recruitment order)변화는 근육 기능에 제한을 가져오며 통증을 일으킨다. 견갑골 안정화를 위한 여러 짝힘 근육들의 협력작용에도 불구하고, 많은 전문가들이 견갑골의 1차적 안정화근육은 전거근이라고 보고하였다(Smith et al., 2003; Lear & Gross, 1998; Warwick & Williams, 1998). 견갑골 안정화에 가장 중요한 요소로 전거근의 역할을 강조하는데, 전거근은 흉쇄관절에 대한 회전의 수직축에 대해 전인을 하는데 있어서, 지렛대 역할을 하고 견갑골을 외전 및 상방회전 시키며 견갑골을 늑골곽에 대하여 편평하게 유지하는 기능을 한다. 또한 견갑골 정렬을 흉곽으로부터 적절한 위치에 유지시켜 동적인 안정성을 제공한다. 전거근의 약화 시, 근육의 최대-길이 장력을 유지하는 능력 부족으로 견갑골 익상이 나타나고 이를 보상하기 위하여 상승모근이 과도한 근활성도를 보이며, 견갑골 익상의 증가와 비정상적인 견갑골 움직임으로 견관절 충돌이 발생한다(Johnson et al., 1994).

전거근과 상승모근은 견흉관절의 주요한 안정근육으로써, 하승모근과 함께 견갑골을 가슴에 적절히 위치시키며 동적인 안정성을 제공한다(Mottram, 1997). 이러한 근육들의 비정상적 활동패턴으로, 견갑골 근육의 불균형이 나타나며 통증, 견관절충돌증후군 등이 발생한다(Ludewig et al., 2004). 이로 인해, 상승모근은 과도하게 활성화되고, 하승모근과 전거근의 활동은 감소하여, 견갑골익상과 비정상적인 견갑골의 움직임이 발생하게 된다(Cools et al., 2003). 견갑골 익상(winging

scapular)이란 견갑골 주위의 외상, 수술, 감염 그리고 다양한 스포츠 관련 부상 등으로, 장흉신경이 손상되어 견갑골 내연이 뜨고, 하각이 후방으로 돌출되는 증상으로 정의된다(Decker et al., 1999; Ludewig et al., 2004). 견갑골 익상으로 인해, 정상적인 견갑상완리듬에 장애가 발생했을 때, 관절가동범위의 감소를 보이며 견갑골의 상방회전이 제한되기 때문에 견관절 기능부전이 발생할 수 있다(Paine & Voight, 1993). 견갑골 익상의 치료를 위해, 수술적 요법보다는 견관절 기능장애의 예방과 재활을 위한 치료적 운동 프로그램이 선호되어 왔는데, 이때, 효과적인 운동프로그램을 제공하기 위해서는 여러 견관절 안정근들 사이에서, 균형적인 조절 능력의 회복에 초점을 두어야한다. 그러므로, 견갑골 주위 근육들의 불균형과 정상위치 회복을 위하여, 견갑골 안정화운동이 필요하다(Mottram, 1997).

전거근의 역할은 기능적 견관절의 움직임에서 중요하다(Sahrmann, 2002). 특히 전거근이 약해지는 경우, 상방 회전의 기능이 약해져 견관절 움직임의 감소하고 견관절 충돌증후군과 같은 질환이 발생한다. 그러나, 구조적 변화를 동반한 만성 견관절 충돌 증후군보다 증상은 심하지 않고 견관절의 불안정성으로 인한, 이차적 충돌 증후군(Cools et al., 2003)과 기능적 불안정성(Belling Sorensen & Jorgensen, 2000)이 발생할 수 있다. 이런 이차적 충돌 증후군은 견갑골 상방회전에 작용하는 전거근과 하승모근의 약화를 유발시키며, 상승모근의 과사용 및 전거근의 저사용으로 인해, 상대적 근력 약화 또는 근육간의 불균형적인 활성화 패턴이 발생한다(Cools et al., 2007a). 그러므로 전거근의 약화로 인한 경증도의 증상은 초기에는 일시적인 처치로 통증 완화와 정상적인 생활을 할 수 있지만, 지속적인 전거근의 약화와 불균형이 유지되면 이차적인 견관절 충돌 증후군 증상은 더욱 악화되어 중증도의 통증과 기능저하로 인해, 기능 불능의 상태로 발전할 가능성이 높다(Choi, 2008). 전거근의 조절 결핍이 있으면, 견갑골 운동 타이밍과 범위에 변이가 일어나 손상을 유발하고 견관절에 스트레스를 줄 수 있으며 보상작용을 일으킨다(Ludewig et al., 2004; Sahrmann, 2002). 푸시업 플러스 동안에 견갑골의 익상을 가진 대상자에서는 전거근과 비교하여, 대흉근의 활성이 더 주요하게 활성이 된

다. 선행 연구에서는 대흉근이 전거근의 협력근 이므로 전거근이 약하게 되면, 움직임을 보상하기 위해 과도한 활성화로 견갑골의 전방경사를 만들고 상완골을 전방으로 전이시켜, 관절상완의 압력을 낮추는 등, 견관절과 견흉추관절의 병리학적 증세를 만들 수 있다고 하였다(Decker et al., 1999). 이러한 근거로 전거근의 선택적인 근력강화가 항상 강조되어 왔으며, 전거근을 강화하기 위한 다양한 운동법들이 지금까지 연구되어 왔다(Ekstrom et al., 2004; Ludewig et al., 2004; Lehman et al., 2008; Holtermann et al., 2010; Lee et al., 2013b; Kim et al., 2014).

푸시업 플러스운동의 효과

최근 건강에 대한 관심이 증가하면서, 일상생활에서 간단히 수행할 수 있는 운동이 많이 개발되고 있다. 특히, 팔굽혀 펴기는 견관절에 문제가 있는 사람들을 위해 견관절 기능 개선을 위한 일반적인 치료적 운동으로 널리 알려져 있으며, 이에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 전통적인 상지 재활프로그램은 근력강화를 위해 달힌사슬 운동이 사용되어 왔지만, 최근에는 저자들이 달힌사슬 운동을 이용하고 있다(Davies & Dickoff-Hoffman, 1993; Hardwick et al., 2006). 달힌사슬 운동은 몸쪽분절에 고정되어 있는 상태에서 몸쪽분절에서 먼쪽분절로 저항을 적용할 때 일어나는 운동이다(Prentice & Voight., 2005). 달힌사슬 운동을 하는 동안 주동근과 길항근의 동시수축이 발생하며, 구심성 수축보다 원심성 수축이 우세하다. 이는 관절 압박력을 높여 전단력을 감소시키고 관절낭의 압력변화에 민감하게 반응한 기계적 수용기는 고유수용감각 활성화로 동적인 근육의 안정성을 향상시킨다(Iwasaki et al., 2006). 던지기 선수의 근육 불균형 상태와 관련된 몇몇 연구에서, 견갑골 거상의 보상작용이 많이 나타나고 증가된 상승모근의 근활성도는 근섬유를 비대하게 만들어서 끊임없는 과부화된 긴장상태를 유지한다고 하였다(Kelly, 1995). 던지기와 같은 견관절을 머리 위로 올리는 움직임 동안, 견갑골의 불충분한 상방회전은 견봉을 적절하게 들어 올리지 못하여 2차적으로 견봉하 충돌 증후군을 발생한다(Kamkar et al., 1993). Tucker et

al.(2010)은 높은 수준의 전거근의 근활성도와 낮은 수준의 상승모근 근활성도를 만들어내는 적절한 운동이 2차적으로 건관절 충돌 증후군의 치료와 예방에 효과적이라 하였다. 건갑골 조절 능력의 향상 및 회복을 위한 많은 연구들은 전거근의 강화와 정적인 상태에서 건갑골 의상을 감소시키는 운동방법에 초점을 두고 있다(Ludewig et al., 2004; Ellenbercker & Davies, 2001). 그러므로 건갑골 근육의 기능적 운동 조절, 신경근 조절의 회복과 건갑골 안정화가 중요하다. 건갑골 안정화에 효과적인 단힌 사슬 운동에는 푸시업(Push-up), 푸시업 플러스(Push-up plus), 월푸시업플러스(Wall push-up plus), 등척성 볼 운동(Isometric ball exercise) 등이 있다. 단힌 사슬에서의 안정화 운동은 다양한 신체 자세에서 수행되는데 특히, 손과 무릎이 지면에 닿아있는 네발기기자세에서의 단힌 사슬 운동은 척추에 가해지는 부하를 줄여주고, 균형을 유지하기 쉽고, 통증이 있거나 불안정한 건관절 재활 프로그램에 생체역학적으로 안전하고, 기능적이라 판단되어 재활초기에 추천된다. 또한, 네발기기 자세는 내복사근의 하부섬유를 쉽게 독립적으로 수축시키는 체간 근육의 동원의 이점이 있다. 초기 건관절재활을 하기 위한 단계에서 약해진 전거근을 강화하는 것은 매우 중요하다(Lee et al., 2013a). 전거근을 강화하기 위해서 많은 운동방법들이 사용되어져 왔는데, 여러 선행연구들은 높은 수준의 전거근의 근활성도를 보이는 반면, 상부 승모근의 근활성도는 낮게 나타나는 선택적인 전거근의 훈련 및 건갑골 안정 협력근을 위한 효과적인 단힌 사슬운동으로 푸시업 플러스운동을 추천하였다(Ellenbecker & Davis, 2001; Ludewig et al., 2004).

푸시업 플러스운동은 손을 바닥에 고정시켜서 하는 단힌 사슬운동으로써, 단순히 근력강화와 지구력을 증진시킬 뿐만 아니라, 관절면에 기계적인 압박을 제공하여 여러 건관절 주변 근육의 협응 수축(co-contraction)을 일으킨다. 이러한 기계적 압박은 관절주위의 구심성 수용체를 자극하여 더 많은 고유 수용성 감각을 활성화시킨다(Lee et al., 2013b; Kim et al., 2014; Kim et al., 2013). 일반적인 푸시업 플러스운동은 재활 초기 환자들이 반복적으로 수행하기 어렵기 때문에, 네발기기 자세에서 푸시업 플러스 자세, 지지대를 이용한 네발기

기 푸시업 플러스 자세, 지지대를 이용한 일반적 푸시업 플러스 자세 등과 같이 변형하여 사용하고 있다. 그 중 네발기기 자세에서의 푸시업 플러스운동은 척추에 가해지는 부하를 줄여주고 균형을 유지하기 쉬워 재활초기에 적용하기 좋고 특정한 건갑골 및 체간 근육의 동원을 가져온다. 지지면을 변화시키기 위해서 스위스볼 또는 의자에 손을 위치시키고 실시할 수 있는데, 지지면의 변화로 인해 건갑골 안정근들의 근활성도를 증가시키는 것뿐만 아니라, 고유수용기의 균형을 증진시킬 수 있다(McGill, 2007).

Ludewig et al.(2004)은 상승모근의 과도한 근활성도를 보이는 대상자들에게, 벽 푸시업 플러스운동, 팔꿈치 푸시업 플러스운동, 무릎 푸시업 플러스운동 그리고 표준 푸시업 플러스운동으로 저항을 점차 증가시키는 네 가지 형태의 푸시업 플러스운동을 제안하였는데, 그 이유는 표준 푸시업 플러스 운동은 재활프로그램에 있어서, 상지 한쪽에 체중의 약 35%의 부하를 주게 되므로 초기에 운동선수가 아닌 일반 환자에게 적용하기에는 위험이 있기 때문이다. Decker et al.(1999)은 무릎 푸시업 플러스운동과 표준 푸시업 플러스운동을 비교했을 때, 무릎 푸시업 플러스운동은 힘을 덜 들이는데 비해, 표준 푸시업 플러스운동과 비슷한 정도의 앞뿔니근의 근활성도 진폭을 나타내기 때문에 효율적으로 쓰일 수 있는 운동이라 하였다.

여러 선행연구자들은 푸시업 플러스 운동과 같은, 낮은 승모근/전거근 비를 보이는 운동이 선택적인 전거근 강화와 근 불균형의 감소 및 건관절 안정화를 위한 재활운동의 중요한 요소 중 하나이며, 푸시업 플러스운동시, 건관절의 120°~150°사이의 전방굴곡 후, 등척성 수축을 했을 때, 전거근의 최대 근 활성도를 나타낼 수 있다고 보고하였다(Park, 2007; Moseley et al., 1992; Moon, 2010).

건갑흉곽관절을 안정화시키기 위하여 많은 연구자들이 전거근에 관심을 두고 있고 선택적인 전거근 강화를 위한 운동프로토콜에 대해서 연구하고 있다(Decker et al., 1999; Ekstrom et al., 2004; Ludewig et al., 2004). 상승모근의 근활성도가 나타나거나, 전거근, 상승모근의 불균형이 있는 대상자들에게 다양한 형태의 푸시업 플러스운동을 실시한 결과, 일반적인 푸시업플러스

에서 전거근의 근활성도가 높게 측정되었고 낮은 상승모근 근 활성도를 보여, 전거근 강화와 견관절안정화 및 근육 불균형을 감소하기 위한 효과적인 운동프로토콜이라고 하였다(Lear & Gross, 1998; Ludewig et al., 2004).

머리전방자세 성인을 대상으로, 푸시업 플러스운동과 슬링을 이용한 푸시업 플러스운동의 근활성도와 호흡기능을 비교한 연구에서는 슬링을 이용한 푸시업 플러스운동이 근육 불균형 패턴 변화, 통증 감소, 머리전방자세와 둥근 어깨자세(Rounded shoulder)개선, 호흡기능을 증가시키는 결과를 나타냈다(Yoon, 2016).

논 의

견관절은 구조적으로 운동성을 확보하기 위해, 다른 관절들과 매우 복잡하게 이루어져 있다. 이렇게 복잡하게 이루어진 이유는 견관절의 운동성을 크게 하여 운동범위를 넓히기 위해서이며, 실제 견관절은 인체에서 가장 큰 운동범위를 가지고 있다(Neumann, 2002). 지금까지 견관절의 구조에 대한 연구는 많이 이루어져 왔으나, 역학적 기전을 밝히기에는 더욱 많은 연구가 필요하다(Leinonen et al., 2000).

정상적인 견관절의 움직임은 흉쇄관절, 견쇄관절, 견관절 그리고 견흉관절의 정교한 조화로 조절된다(Paine & Voight, 1993; Sahrmann, 2002). 결합조직과 근육의 길이차이, 움직임을 만들어내는 짝힘의 불균형은 견갑골의 움직임을 방해한다. 이런 경우, 안정성을 제공하는 등척성운동과 안정화훈련을 통한 회복이 필요하다(Mottram, 1997). Jeong(2006)은 견갑골과 견관절 기능향상을 시키기 위해, 짝힘기전에 의한 안정성 향상과 주동근의 근력증가를 통한 운동성을 높여야 한다고 주장했다. 전거근 활동이 저하되면, 상승모근의 활동이 활발해지고 견갑골의 상방회전이 충분히 발생되지 않는다. 또한, 견관절 올림의 정상적인 운동 동원 순서가 변화되어 상방회전 대신, 견갑골의 올림이 나타나는 어깨를 으쓱하는 동작이 발생한다(Comerford & Mottram, 2001).

견관절의 안정성에 관여하는 근육들은 능형근, 소원

근, 대원근, 견갑하근 등, 많은 근육들이 있지만, 그 중에서도, 견관절 안정성에 작용하는 주요 근육은 전거근과 상승모근이다(Mottram, 1997). 견갑골의 상방회전 시, 두 근육은 회전근개와 함께, 짝힘으로 작용한다(Lear & Gross, 1998). 상승모근의 약화현상은 동결견, 견관절충돌증후군과 같은 견관절 관련 질환을 지닌 환자들에게서 흔히 나타난다(Chester et al., 2010). 특히, 전거근은 견갑골의 운동과 조절에 있어서 매우 중요하게 작용하는데, 다른 어떤 견흉관절의 근육들보다 견갑골의 상방회전과 후방경사를 일으키는 지레팔이 길기 때문에, 이러한 견갑골 운동의 주동근으로 분류되며 견갑골의 익상을 방지하는 작용을 한다(Ellenbecker & Davies, 2001; Inman et al., 1996). 하지만 전거근의 손상은 견갑골을 상방회전하는 동안, 보상으로 상승모근의 과도한 활동을 초래하여 견관절의 운동학적 문제와 견관절충돌증후군을 발생시킬 수 있기 때문에, 이러한 문제점을 가진 환자를 위한 중재 프로그램에 전거근의 강화훈련은 필수적인 요소이다(Ludewig & Cook, 2000).

Kim et al.(2013)의 연구는 견관절 기능의 제한과 통증이 있는 환자의 경우, 푸시업 플러스운동 자세에서 바닥에 체중을 지지한 채로, 전거근과 상승모근을 수축시키는 푸시업 플러스운동보다는 체중을 지지하지 않는 벽 미끄럼 운동과, 견갑골면을 따라 움직이는 견관절 외전 저항운동이 전거근과 상승모근강화에 더욱 성공적이라고 주장하였다. 그러나 선행연구와 비교하여, 견갑골면을 따라 움직이는 견관절 외전 저항운동과 벽 미끄럼 운동은 팔을 90도 이상 거상 하였을 때, 효과적이었지만, 푸시업 플러스운동과 같이 90도로 팔을 거상 하였을 때는 효과가 크지 않았다. 따라서, 팔이 90도 이상 거상 되는 경우와 그렇지 않은 경우를 구별하여 운동 할 것을 제안한다.

푸시업 플러스운동 시, 팔의 위치에 관한 연구가운데, Jo(2014)는 견관절 굴곡에서부터 견관절 수평외전인 Scaption 30도, 60도, 견관절 외전상태에서 전인동작을 하였을 때, 표면 근전도 검사를 통하여 상, 중, 하 승모근과 전거근의 근 활성도를 알아보기 위한 연구를 진행하였다. 수평외전 각도에 따른 근육의 활성도는 0°에서 전거근과 상승모근의 활성도가 높게 나타났으며, 30°

에서 상승모근의 근 활성도는 낮은 반면, 전거근의 활성도는 높게 나타났다. 견갑골 전인을 통한 전거근운동 방법으로 수평외전 30°에서 수행하는 것이 가장 효율적이라고 하였다. 0°에서 가장 높은 전거근의 근활성도를 보였지만, 상승모근의 작용으로 에너지 소비가 높기 때문에 전거근 활동을 위한 푸시업 플러스운동에서는 견관절 수평외전 30°에서 견갑골 전인을 통한 운동을 하는 것이 전거근 활성화에 효과적임을 알려준다. 이 밖에 다양한 선행 연구에서도 푸시업 플러스운동 적용 시, 상승모근의 근활성도가 전 구간에 걸쳐 가장 낮게 나타나, 상승모근이 비정상적으로 과도한 근활성도를 보이는 사람, 전거근과 승모근의 불균형이 있는 사람에게 푸시업플러스운동이 이상적임을 증명하였다(Park, 2007; Lee & Bae, 2016; Ludewig et al., 2004).

최근 푸시업 플러스운동 중, 지지면의 불안정성을 높은 상태에서의 운동방법이 가장 효율성이 높은 것으로 알려져 있고(Lee & Bae, 2016; Park, 2007; Jung, 2012), 불안정한 지지면에서 팔굽혀펴기 운동을 할 때, 상승모근/전거근 비는 유의하게 낮아졌으며, 불안정한 지지면을 이용한 운동자극으로 전거근의 근활성도가 증가 되었다(Park et al., 2005). 이전 연구결과들을 근거로 푸시업 플러스운동 시, 불안정성을 높이기 위하여 한 쪽다리를 들어 지지면을 줄이는 방법과 Togu를 팔, 다리에 적용하는 등, 다양한 불안정 조건을 적용하고 있다. 이러한 결과는 푸시업 플러스운동 시, 더 좋은 전거근 강화효과를 위하여, 불안정한 지지면의 조건도 포함되어야 함을 의미한다.

견관절 재활에 있어 최근 경향은 kinetic chain 접근이다. 견갑골 안정화는 체간에서 상지까지 연결되어 있어 중요한 kinetic chain을 형성하며, 지면 위 발에서부터, 전달되는 힘이 손까지 전달되는 근 활성화 패턴을 촉진한다. 근막의 연결로 인해, 견갑골 근육 활성의 영향이 하지 근육 활성화에 영향을 미친다. 이와 관련된 연구로 Kim(2011)은 네발기기 자세에서, 동측 다리를 들고 푸시업 플러스운동을 하는 동안, 하지의 다양한 저항 방향에 따른 상승모근과 전거근의 근활성도, 체간근육인 동측 외복사근, 반대측 내복사근의 근활성도를 비교하였다. 연구 결과, 전거근의 근활성도는 다양한 저항 방향에 따라 유의한 차이가 있었다. 푸시업 플러스운동을 하

는 동안 동측 다리를 신전, 내전, 외전, 굴곡 순으로 저항에 대하여 등척성으로 유지할 때, 전거근의 근활성도가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과의 이유는 푸시업 플러스운동 시, 동측 다리를 신전에 대한 저항을 할 때, 대둔근이 작용을 하고 그 힘에 의해 요추부의 전반적인 신전토크가 증가하기 때문이다. 이로 인해, 흉요추 근막이 팽팽해져서 근막 연결에 의해 힘이 외복사근으로 전달되고, 전달된 힘은 최종적으로 전거근에 영향을 주게 된다. 또 다른 이유로, 동측 다리를 들고 푸시업 플러스운동 시, 자세를 유지하기 위하여 반대쪽 다리에 많은 체중이 부하되어 고관절을 둘러싼 안정화 근육들이 근활성도가 높아짐에 따라, 반대측 내복사근이 활성화 되고 근막 연결에 의해 동측 외복사근이 활성화 된다. 결과적으로, 동측 전거근의 근 섬유 동원이 많아지기 때문이다. 또한, 선택적으로 전거근을 강화시키기 위해서는 푸시업 플러스운동 시, 동측 다리를 신전에 대한 저항하는 것이 가장 효과적이며, 외복사근을 선택적으로 강화시키기 위해서는 다리를 신전, 외전에 대한 저항을 주는 동작이 가장 효과적이었다고 다리를 굴곡에 대한 저항을 적용하는 동작은 상승모근의 근활성도는 감소시키지만, 전거근, 외복사근, 내복사근의 근활성도 또한 유의하게 감소시키기 때문에 가장 좋지 않은 운동이라는 결과를 제시하였다. 이러한 결과로 볼 때, 푸시업 플러스운동 시, 동측 다리의 다양한 저항 방향에 따라 견관절 및 체간근육에 미치는 근활성도가 변하므로 견관절 근육의 재활 운동 프로그램을 적용할 때, 푸시업 플러스운동의 적절한 저항 방향과 자세 선택을 고려해야 할 것이다.

체간근육 중, 외복사근은 척추 안정성에 관여하는 대근육에 속하며, 이러한 대근육은 몸에 가해지는 중력이나 무거운 물건을 들어 올리는 등, 외적 부하에 대해 균형을 유지하는 근육이다. 외복사근은 체간근육임에도 불구하고 견갑골 안정근인 전거근 그리고 팽배근과 기시점이 서로 맞물려 있어서, 근막사슬 연결로 견갑골 안정화 운동 시, 함께 작용할 수 있다. 이와 관련된 연구로서, 외복사근의 활동성이 몸통 구부리기 운동에서보다 전거근과 팽배근의 활동이 요구되는 푸시업 운동을 할 때, 더 크다는 것을 밝혔다(Juker et al., 1998). 하지만 대근육의 과도한 운동은 척추의 과부하를 유발하며 요통을 발생시켜 통증을 유발하고 허리에 악영향을 끼친다.

Kim et al.(2004)은 대근육의 활동으로 인해 체간이 굽혀진 자세에서는 전거근의 근활성도가 감소하고, 승모근의 근활성도는 증가하여 견관절의 안정성에 불균형이 발생한다고 하였다. 그러므로 임상적으로 안전하고 효과적인 운동을 위해 대근육의 과도한 활성을 피하는 방법을 찾아야 한다. Shin et al.(2015)의 연구는 임상에서 많이 적용되는 푸시업 플러스운동의 다양한 자세들 가운데 상승모근, 하승모근, 전거근, 외복사근에 대한 근활성도의 변화와, 전거근과 외복사근의 근활성도 비를 비교하여, 어떤 자세에가 전거근을 가장 안전하고 효과적으로 강화시키면서 외복사근은 상대적으로 낮게 활성화시킬 수 있는지 알아보았다. 연구결과, 외복사근이 활성도가 낮으면서 견갑골 안정근을 가장 안전하고 효과적으로 강화시킬 수 있는 자세는 네발기기자세였다. 따라서, 향후 견관절의 불안정성 환자에게 안정성 증진을 위하여, 전거근을 선택적으로 훈련시키기 위해서는 네발기기 푸시업 플러스운동을 시행하여야 될 것으로 사료된다.

전통적으로 견갑골 익상 환자의 치료를 위하여 다양한 전거근 근력강화 운동이 적용되어왔고 그 중, 푸시업 플러스운동은 여러 전문가들에게 가장 많이 추천되었다. 하지만 대부분의 연구들은 실험대상자를 정상인으로 하였고, 견갑골 익상이 있는 사람의 근력강화운동에 대한 연구는 부족한 실정이다. Park(2007)의 연구에서는 푸시업플러스 수행 시, 견갑골 익상 유무에 따른 견관절 안정근의 근활성도 구성비를 비교하였다. 연구 결과, 푸시업 플러스운동은 견갑골 익상군과 대조군 모두에게 전거근의 선택적인 근력 강화에는 매우 효과적이었지만, 다른 견관절 안정근의 근력강화에도 효과적이라고 할 수는 없었다. 그러므로, 치료 목적에 맞도록 특정한 견관절 안정근의 근력을 효과적으로 증가시키기 위해서는 근력강화를 요하는 근육에 따라, 선택적인 근력강화운동을 해야 할 것이다. 전거근의 선택적 강화운동을 주제로, 바이오피드백을 사용한 Jeon et al.(2011)의 연구는 정상인들을 대상으로 전거근 강화훈련인 푸시업 플러스운동을 시행할 때, 대흉근 활성도에 대한 근전도 바이오피드백 제공이 대흉근, 전거근, 상승모근 활성도에 미치는 영향을 조사하여 선택적으로 전거근을 활성화시킬 수 있는지를 알아보기 위해 실행되었다. 그 결과, 바이오피드백이 대흉근 활성도를 유의하게 감소시키고 전거

근 활성도를 유의하게 증가시켰다. 그러나 바이오피드백이 상승모근 활성도에 영향을 미치지 않는다는 결론이 나타난 것은 네발기기자세에서 수행하였기 때문이라고 하였다.

지금까지 진행되어 온 푸시업 플러스운동관련 연구들은 견갑골 안정 근으로써 전거근의 선택적 강화, 승모근과의 적절한 힘쌍관계 유지, 견갑골 익상 등의 불량한 자세의 변화, 몸통안정근의 활성화와 통증 감소 등, 다양한 장점을 증명하였다. 또한, 이러한 푸시업 플러스운동을 적용 시, 최적의 효과를 얻기 위하여 불안정한 다양한 조건, 견관절의 위치, 적용자세 등을 고려하여 실시하면, 견관절 불안정성을 가진 환자 및 스포츠 선수 재활에 유용할 것으로 판단된다.

결론 및 제언

본 연구의 목적은 푸시업 플러스운동이, 견갑골안정화에 미치는 영향에 관한 국내·외 선행 연구들을 고찰하는 것이다. 이에 본 연구는 RISS와 PMC를 이용하여, 푸시업 플러스운동과 견관절 및 견갑골 안정화와 관련된 논문 61편을 수집하였다. 수집된 논문은 지지면 상태에 따른 연구, 근활성도 관련연구, 견갑골운동이상과 자세 관련 연구 및 운동방법에 따른 연구 등으로, 국내논문 19편과 국외논문 10편을 1차적으로 분류하고 분석하였다. 중복된 주제의 논문을 제외하여, 총 20편의 국내·외 논문을 분석대상으로 선정하였다. 최종 선정된 논문들은 견갑골 및 견관절의 구조와 움직임, 견갑골의 운동학적 역학관계 및 손상기전, 푸시업플러스 운동의 효과에 대하여 분석하였다.

전거근은 견관절의 안정성을 확보하기 위해 필요한 안정성근육의 대표적인 근육이다. 푸시업 플러스운동은 전거근의 선택적 강화와 함께, 힘쌍으로 작용하는 상승모근의 억제와 하승모근 강화에 효과적인, 검증된 운동방법이었고, 적용자세와 견관절과 손의 위치, 불안정한 지면 등 수행 시, 고려해야 할 다양한 조건들을 제안하여, 효과적인 운동방법을 제시하였다. 그러나, 연구의 대부분이 근전도와 초음파연구인 점과, 정상 남성을 대상으로 하였기에, 향후 연구에서는 더욱 다양한 지표

통한 효과검증과 함께, 스포츠종목 중, 건관절을 주로 사용하는 선수들과 환자의 재활운동 프로토콜로서, 푸시업플러스의 효과를 규명하는 연구가 더욱 활발히 진행되어야 한다고 생각한다.

참고문헌

- Belling Sorensen, A. K., & Jorgensen, U. (2000). Secondary impingement in the shoulder. An improved terminology in impingement, *Scand J Med Sci Sports*, 10(5), 266-278.
- Chester, R., Smith, T. O., & Hooper, L., & Dixon, J. (2010). The impact of subacromial impingement syndrome on muscle activity patterns of the shoulder complex: A Systemic review of electromyographic studies, *BMC Musculoskeletal Disord*, 11(1), 45.
- Choi, J. D. (2008). *The effects of 7-week serratus anterior strengthening exercises on shoulder pain with serratus anterior weakness*, Master Dissertation, Yonsei University.
- Comerford, M. J., & Mottram, S. L. (2001). Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction, *Man Ther*, 6(1), 3-14.
- Cools, A. M., Declercq, G. A., Cambier, D. C., Mahieu, N. N., & Witvrouw, E. E. (2007a). Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms, *Scand J Med Sci Sports*, 17(1):25-33.
- Cools, A. M., Dewitte, V., Lanszweert, F., Notebaert, D., Roets, A., Soetens, B., Cagnie, B., & Witvrouw, E. E., (2007b). Rehabilitation of scapular muscle balance: Which exercises to prescribe?, *Am J Sports Med*, 35(10), 1744-1751.
- Cools, A. M., Witvrouw, E. E., Declercq, G. A., Danneels, L. A., & Cambier, D. C. (2003). Scapular muscle recruitment patterns: Trapezius muscle latency with and without impingement symptoms, *Am J Sports Med*, 31(4), 542-549.
- Davies, G. J., & Dickoff-Hoffman, S. (1993). Neuromuscular testing and rehabilitation of the shoulder complex, *JOSPT*, 18(2).
- Decker, M. J., Hintermeister, R. A., Faber, K. J., & Hawkins, R. J. (1999). Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med*, 27(6), 784-791.
- Ekstrom, R. A., Bifulco, K. M., Lopau, C. J., Andersen, C. F., & Gough, J. R. (2004). Comparing the function of the upper and lower parts of the serratus anterior muscle using surface electromyography, *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 34(5), 235-243.
- Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2001). *Closed Kinetic Chain Exercise: a comprehensive guide to multiple joint exercise*, Champaign Human Kinetics.
- Glousman, R., Jobe, F., Tibone, J., Moynes, D., Antonelli, D., & Perry, J. (1988). Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability, *J Bone Joint Surg Am*, 70(2), 220-6.
- Han, K. J. (2010). *Effects of rehabilitative exercise program on range of motion, strength and scapulohumeral rhythm in baseball player with internal impingement*, Ph. D. Dissertation, Dankook University.
- Hardwick, D. H., Beebe, J. A., McDonnell, M. K., & Catherine, E. L. (2006). A comparison of serratus anterior muscle activation during wall slide exercise and other traditional exercises, *J Orthop Sport Phys Ther*, 36(12), 903-10.
- Hess, S. A. (2000). Functional stability of the glenohumeral joint, *Man Ther*, 5(2), 63-71.
- Holtermann, A., Mork, P., Andersen, L., Olsen, H. B., & Søgaard, K. (2010). The use of EMG biofeedback for learning of selective activation of intra-muscular parts within the serratus anterior muscle: a novel approach for rehabilitation of scapular muscle imbalance, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(2), 359-365.
- Hong, E. A. (2012). *Effects of Stability Exercise on Scapular Positioning and Muscle Activity in Baseball Players with Scapular Dyskinesia*, Master Dissertation, Dankook University
- Inman, V. T., Saunders, J. B., & Abbott, L. C. (1996). Observations of the function of the shoulder joint, *Clin Orthop Relat Res*, 330(9), 3-12.
- Iwasaki, T., Shiba, N., Matsuse, H., Nago, T., Umezu, Y., Tagawa, Y., Nagata, K., & Basford J. R. (2006). Improvement in knee extension strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle contraction, *Tohoku J Exp Med*, 209(1), 33-40.
- Jeong, D. C. (2006). Preventive exercises for preventing shoulder injuries, *The official journal of the Korean Association of Certified Exercise Professionals*, 8(2),

- 103-112.
- Jeon, Y. J., Choung, S. D., Kim, S. H., & Cynn, H. S. (2011). Selective Activation of Serratus Anterior Using Electromyography Biofeedback During Push-up Plus, *Physical Therapy Korea*, 18(1), 1-8.
- Johnson, G., Bogduk, N., Nowitzke, A., House, D. (1994). Anatomy and actions of trapezius muscle, *Clinical biomechanics*, 9(1), 44~50.
- Jo, Y. J. (2014). *Analytic comparison of trapezius and serratus anterior activities depending on shoulder complex movement*, Master Dissertation, Korea University.
- Juker, D., McGill, S., Kropf, P., & Steffen T. (1998). Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks, *Med Sci Sports Exerc*, 30(2), 301-10.
- Jung, G. H. (2012). *The effects of taping with before and after scapula stability exercise on pain, function and muscle activation in patients with myofascial pain syndrome*, Master Dissertation, Chungju National University.
- Kamkar A., Irrgang J. I., & Whitney S. L. (1993). Non-operative management of secondary impingement syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*, 17(5), 212-224.
- Kebaetse, M., McClure, P., & Pratt, N. A. (1999). Thoracic position effect on shoulder range of motion, strength and three-dimensional scapular kinematics, *Arch Phys Med Rehabil*, 80(8), 945-950.
- Kelly, M. J. (1995). Anatomic and biomechanical rationale for rehabilitation of the athlete's shoulder. *J Sports Rehabil*, 4(2), 122-154.
- Kibler, W. B. (1998). The Role of the Scapular in Athletic shoulder Function. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 325-337.
- Kibler, W. B., & McMullen, J. (2003). Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain, *J Am Acad Orthop Surg*, 11(2), 142-151.
- Ki, H. S., Kwon, O. Y., Yi, C. H., & Jeon, H. S. (2010). Effects of the Scapular Taping on the Muscle Activity of the Scapula Rotators and pain in subjects with Upper Trapezius Pain, *Korean Research Society of Physical Therapy*, 17(1), 77-85.
- Kim, D. H., Choi, J. D., & Oh, J. S. (2004). Analysis of Muscle Activity of the Scapular Rotators With Changes of Shoulder Abduction Angle in Both Erect and Slouched Trunk Position, *Korean Research Society of Physical Therapy*, 11(1), 45-52.
- Kim, D. H., Kwon, O. Y., Yi, C. H. & Jeon, H. S. (2007). The Effects of 4-week serratus anterior strengthening exercise program on the scapular position and pain of the neck and interscapular region, *Korean Research Society of Physical Therapy*, 14(4), 58-65.
- Kim, M. J., Lee, Y. J., Kim, J. H., & Bae, W. S. (2013). A Comparison of Various Exercises for Scapular Stabilization, *Journal of Korean Society of Integrative Medicine*, 1(3), 51-62.
- Kim, S. H., Kwon, O. Y., Kim, S. J., Park, K. N., Choung, S. D., & Weon, J. H. (2014). Serratus anterior muscle activation during knee push-up plus exercise performed on static stable, static unstable, and oscillating unstable surfaces in healthy subjects, *Physical Therapy in Sport*, 15(1), 20-25.
- Kim, J. B. (2011). *A Comparison of the Shoulder and Trunk Muscle Activity According to the Various Resistance Condition during Push up plus in four pointing kneeling*, Master Dissertation, Inje University.
- Kirkesola, F. (2004). SET advanced level 2-U, *The upper body course book*. Norway: SET- kompetance AS, 3-17.
- Lear, L. J., & Gross, M. T. (1998). An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression, *J Orthop Sports Phys Ther*, 28(3), 146-157.
- Lee, K. C., & Bae, W. S. (2016). Effect of Push-up Plus Exercise on Serratus Anterior and Upper Trapezius Muscle Activation Based on the Application Method of Togu, *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, 4(2), 29~36.
- Lee, S. Y., Lee, D. H., & Park, J. S. (2013a). The effects of changes in hand position on the electromyographic activities of the shoulder stabilizer muscles during push-up plus exercises on unstable surfaces, *Journal of Physical Therapy Science*, 25(1), 125-28.
- Lee, S. Y., Lee, D. H., & Park, J. S. (2013b). The Effect of Hand Position Changes on Electromyographic Activity of Shoulder Stabilizers during Push-up Plus Exercise on Stable and Unstable Surfaces, *Journal of Physical Therapy Science*, 25(8), 981-984.
- Lehman, G. J., Gilas, D., & Patel, U. (2008). An unstable

- support surface does not increase scapulothoracic stabilizing muscle activity during push up and push up plus exercises, *Manual therapy*, 13(6), 500-506.
- Leinonen, V., Kankaanpää, M., Airaksinen, O., Airaksinen, O., & Hänninen, O. (2000). Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: Effects of low back pain and rehabilitation, *Arch Phys Med and Rehabil*, 81(1), 32-7.
- Lim, C. H. (2010). *The Effects of Elite Gymnasts' Shoulder Girdle Rehabilitative Exercise on Chronic Shoulder Joint Instability*, Master Dissertation, Kookmin University.
- Ludewig, P. M., & Cook, T. M. (2000). Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement, *Phys Ther*, 80(3), 276-291.
- Ludewig, P. M., Hoff, M. S., & Osowski, E. E. (2004). Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercise, *Am J Sports Med*, 32(2), 484-493.
- Magee, D. J. (1998). *Orthopedic physical assessment*(3rd ed.), Philadelphia: W.B. Saunders.
- McGill S. M. (2007). *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation*. second editor. campaign: Human Kinetics; 2007.
- McQuade, K. J., Dawson, J., & Smidt, G. L. (1998). Scapulothoracic muscle fatigue associated with alterations in scapulohumeral rhythm kinematics during maximum resistive shoulder elevation, *J Orthop Sports Phys Ther*, 25(2), 74-80.
- MatsenIII, F. A., Chebil C., & Lippitt, S. (2006). Principles for the evaluation and management of shoulder instability. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 88, 647-659.
- Moon, S. J. (2010). *A Comparison of the Serratus anterior Muscle Activity according to the Shoulder Flexion Angles in a Closed Kinetic Chain Exercise and an Open Kinetic Chain Exercise*, Master Dissertation, Hanseo University.
- Moseley, J. B. Jr, Jobe, F. W., & Pink, M. (1992). EMG analysis of the scapular muscle during a shoulder rehabilitation program, *Am J Sports Med*, 20(2), 128-134.
- Mottram, S. L. (1997). Dynamic stability of the scapular, *Manual Therapy*, 2(3), 123-131.
- Myers, J. B., Riemann, B. L., Ju, Y. Y., Hwang, J. H, McMahan, P. J., & Lephart, S. M. (2003). Shoulder muscle reflex latencies under various levels of muscle contraction, *Clinical orthopaedics and related research*, 407, 92-101.
- Neumann, D. A. (2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundation for physical rehabilitation*, St. Louis: Mosby.
- Neumann, D. A. (2013). *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*: Elsevier Health Sciences.
- Paine, R. M., & Voight, M. (1993). The role of the scapular, *J Orthop Sports Phys Ther*, 18(1), 386-391.
- Park, J. S. (2007). *A comparison of the shoulder stabilizer muscle activities during push-up plus between persons with and without winging scapular*, Master Dissertation, Yonsei University.
- Park, J. Y., Lee, S. H., Oh, J. H., & Kim, H. K. (2009). Scapular Dyskinesis, *Clinics in Shoulder and Elbow*, 12(2), 271-277.
- Park, S. K., Lee, H. O., Kim, J. S., & Kim S. Y. (2005). A Comparison of Muscle Activity in Periscapular Muscles during Push-up plus Exercise on Stable Support and Unstable Support, *Journal of Korean academy of orthopaedic manual therapy*, 11(2), 71-82.
- Phadke, V., Camargo, P., & Ludewig, P. (2009). Scapular and rotatorcuff muscle activity during arm elevation: are view of normal function and alterations with shoulder impingement, *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 13(1), 1-9.
- Prentice, W. E., & Voight, M. L., (2005). *Techniques in musculoskeletal rehabilitation*, McGraw-Hill.
- Sahrmann, S. A. (2002). *Diagnosis of and Treatment of Movement Impairment Syndrome*, St. Louis: Mosby.
- Shin, J. W., Jeong, H. H., Kim, S. B., Kim, M. H., Lee, J. H., Kim, J. Y., Seo, H. G., Kim, M. R., Park, J. H., & Son, H. H. (2015). Comparison of Scapular Stabilizer and External Oblique Abdominis Muscle Activity on Push-up Plus in Various Posture, *Neurotherapy*, 19(3), 17-22.
- Smith, R. Jr., Nyquist-Battie, C., Clark, M., & Rains, J. (2003). Anatomical characteristics of the upper serratus anterior: cadaver dissection, *J Orthop Sports Phys Ther*, 33(8), 449-54.
- Tucker, W. S., Armstrong, C. W., Gribble, P. A., Timmons, M. K., & Yeasting, R. A. (2010). Scapular muscle activity in

- overhead athletes with symptoms of secondary shoulder impingement during closed chain exercises, *Arch Phys Med Rehabil*, 91, 550~556.
- Warwick, R., & Williams, P. (1998). *Gray's anatomy*(38th ed). Philadelphia: WB Sanders.
- Yoon, H. K. (2016). *The Effect of push up plus exercise in sling by Forward Head Posture Muscle activity and function of lung function in adults with forward head posture*, Master Dissertation, Dongsin University.

푸시업 플러스운동의 견갑골 안정화 효과에 대한 연구

서한교(신한대학교), 최영준(동남보건대학교), 최경아(성균관대학교)

【목적】 본 연구는 푸시업 플러스운동의 견갑골 안정화 효과를 분석하여, 견관절 재활 프로그램에 유용한 기초자료로 사용할 목적으로 수행하였다. **【방법】** 본 연구는 '견갑골 안정화', '푸시업플러스', '견관절 손상 재활운동', '견갑골 안정화운동'의 검색어로 RISS와 PMC를 이용해, 연구논문을 수집하였고 문헌조사의 기본자료로 활용하였다. 수집된 자료는 견갑골과 견관절의 구조와 움직임, 견갑골의 운동학적 역학관계 및 손상기전, 푸시업플러스의 효과로 분류하였다. **【결과】** 대표적 안정화 근육인 전거근은 상승모근, 하승모근과 함께 힘쌍을 이루어 견갑골의 움직임을 조절한다. 푸시업 플러스운동은 견갑골 안정화 근육인, 전거근을 선택적으로 강화하는데 효과적인 운동방법이며, 상승모근이 과 긴장되어 잘못된 자세 및 움직임을 교정하는데도 유용한 운동법이다. 또한, 푸시업 플러스운동 시, 적용자세, 팔의위치 및 지면의 불안정성 등 다양한 조건을 제안하였다. **【결론】** 본 연구의 결과는 견관절손상 및 부상을 입은 환자나, 선수들의 재활에, 푸시업 플러스운동이 견갑골 안정화에 효과적인 프로그램임을 검증하였다. 푸시업 플러스운동은 견관절 손상 재활이 필요한 환자나, 선수에게 유용한 재활운동 프로그램으로 활용될 것으로 판단한다.

주요어: 푸시업 플러스운동, 견갑골안정화, 전거근