

운동학습 및 제어

Motor Learning and Control

레저해양스포츠학과

김승재



차시별 강의주제

차시	강의주제
1	오리엔테이션, 운동학습 및 제어의 개요
2	제1장 운동기술의 이해
3	제2장 운동의 측정
4	제8장 운동학습의 개념과 이론
5	제9장 운동학습의 실제1-운동기술의 연습계획
6	제9장 운동학습의 실제2-운동학습과 보강 피드백, 보강 피드백의 제공
7	제10장 운동학습의 평가와 활용
8	중간고사
9	제11장 운동능력과 숙련성1-운동능력
10	제11장 운동능력과 숙련성2-운동숙련
11	제4장 정보처리와 운동수행1-정보처리 접근
12	제4장 정보처리와 운동수행2-기억과 운동수행, 주의와 운동수행
13	제5장 운동의 정확성과 타이밍1-운동 정확성의 개념, 운동수행의 정확성 관련 이론
14	제5장 운동의 정확성과 타이밍2-운동역학적 및 운동학적 정확성, 스포츠 수행의 타이밍
15	기말고사



제5장 운동의 정확성과 타이밍

1. 운동 정확성의 개념
2. 운동수행의 정확성 관련 이론
3. 운동역학적 및 운동학적 정확성
4. 스포츠 수행의 타이밍

3. 운동역학적 및 운동학적 정확성- 운동역학적 정확성 I

- 신체분절의 움직임은 운동학적 변인(운동시간, 운동거리 등)으로 표현될 수 있으며, 신체분절의 움직임을 일으키기 위해 운동역학적 변인(힘, 임펄스 등)의 작용이 필요함
- 이때 운동역학적 변인이 가진 오차들은 신체분절의 운동학적 변인의 가변성을 결정하며, 운동수행의 결과 영향을 줌
- 이 장에서는 힘과 임펄스 등의 가변성이 운동시간이나 운동거리의 가변성과 어떠한 관련이 있는가를 살펴보고자 함
- 운동역학적 정확성
- 정확한 운동수행을 위해서는 안정적이고 일관성 있는 힘을 생성할 수 있는 능력이 필요하고, 이러한 능력은 많은 훈련과 연습을 통해 얻을 수 있음
- 힘이 생성되는 형태는 시간의 흐름에 따라 점차 힘이 커지다가 최대힘(peak force)이 나타난 다음에 점차 작아지는 이차함수적 곡선 모양을 보이는 것이 일반적임(그림 5-9). 특히 최대힘은 임펄스의 작용을 대표하는 변인으로 많이 사용되고 있음

3. 운동역학적 및 운동학적 정확성- 운동역학적 정확성 II

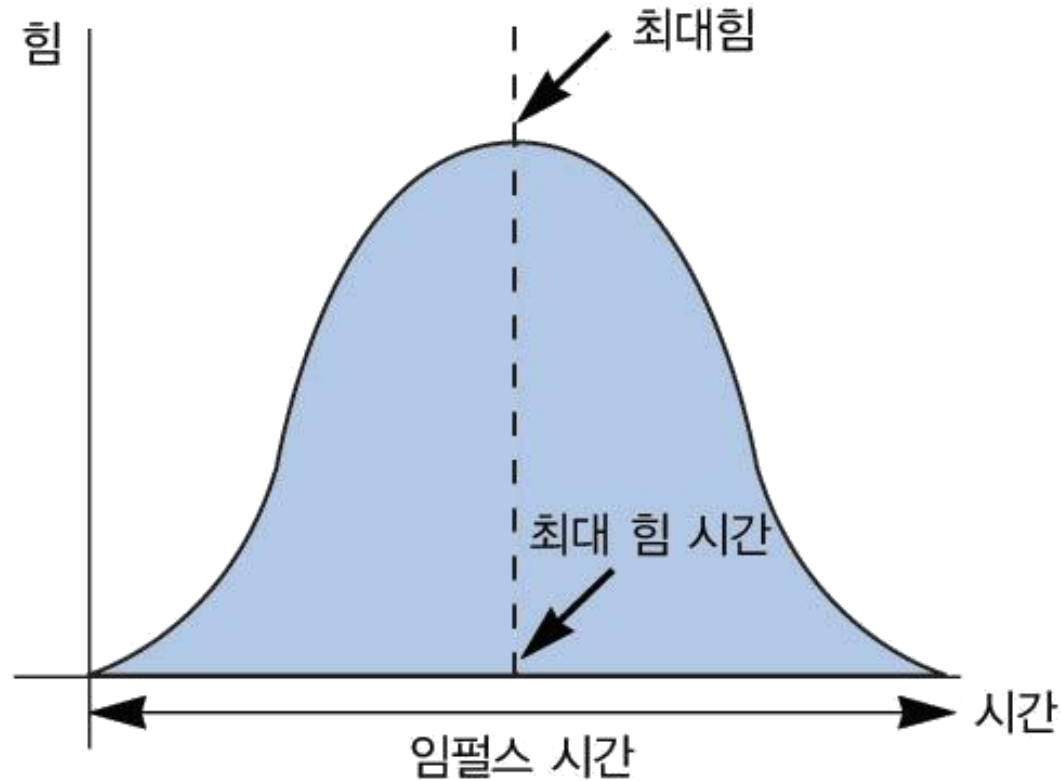


그림 5-9 임펄스의 변화와 최대힘

3. 운동역학적 및 운동학적 정확성- 운동역학적 정확성 III

- 운동역학적 정확성(계속)
 - 중요 변인 가운데 하나는 단위시간 동안 작용한 힘의 양(impulse)에 따라 변화하는 최대힘의 가변성임
 - 최대힘의 가변성은 작용하는 힘의 크기가 증가할수록 힘 가변성의 증가율이 점차 낮아지는 형태를 가짐(Schmidt 등, 1979; Newell & Carton, 1985)(그림 5-10)
- ✓ 이러한 변화는 힘의 크기가 클수록 목표로 한 크기의 힘을 정확하게 발현하기 어렵다는 것을 의미함
- Kim, Carton, & Newell(1990)은 등척성 과제에서 사전부하가 클수록 그 사전부하를 유지하고 있는 동안 사전부하의 힘 가변성이 증가한다는 연구결과를 제시함(그림 5-11)
- ✓ 이 결과는 실제 운동을 시작하기 바로 전에 신체에 힘을 주고 있는 정도, 즉 근유그이 긴장 정도가 힘 가변성의 증가로 이어져 운동의 정확성에 역효과를 가져올 수 있다는 힘 제어 원리의 기초적인 단서를 제공하는 것임

3. 운동역학적 및 운동학적 정확성- 운동역학적 정확성 IV

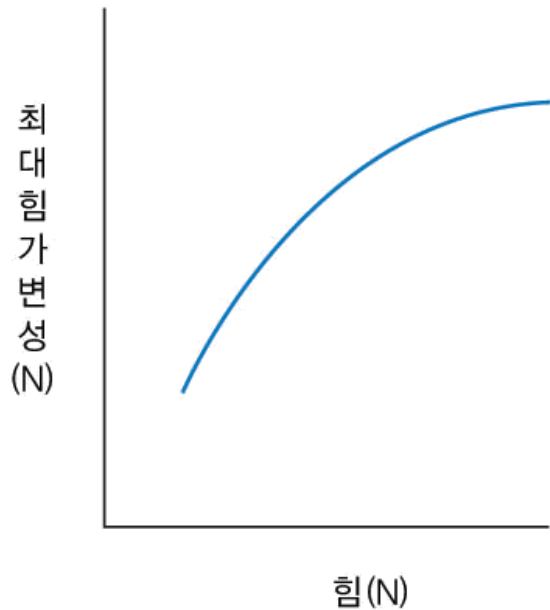


그림 5-10 힘의 변화와 최대힘 가변성의 관계

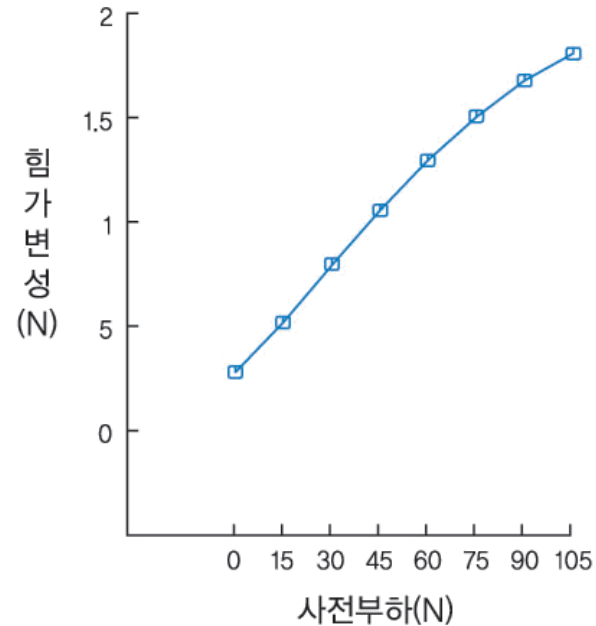


그림 5-11 사전부하와 힘가변성의 관계(출처: Kim, Carlton, 그리고 Newell, 1990)

3. 운동역학적 및 운동학적 정확성- 운동학적 가변성 I

- 운동학적 가변성
 - 운동과제 자체의 특성인 시간과 거리는 운동의 정확성과 밀접한 관련이 있음
 - 일반적으로 대부분의 운동수행에서 시간과 거리가 증가할수록 운동수행의 가변성은 증가함
 - 예) 농구 슈트 거리 멀수록 정확성 떨어지고, 야구 타격 운동시간 증가할수록 타이밍의 정확성은 감소함
 - 즉, <그림 5-12>와 같이 운동거리가 증가할수록 운동거리의 가변성은 증가하며(a), 운동시간이 증가할수록 운동시간의 가변성 역시 증가함(b)
 - 즉, 운동과제의 운동학적 특성은 시간적, 공간적 측면의 운동학적 가변성을 결정하는 주요 변인이며, 운동수행의 정확성은 이러한 운동학적 가변성으로 평가할 수 있음
 - Schmidt 등(1979)은 운동거리와 운동시간과 같은 운동학적 변인을 독립변인으로 설정하고, 목표물의 크기를 종속변인으로 하였음(그림 5-13). 그 결과 운동거리가 증가함에 따라 운동수행의 가변성이 증가하고, 정해진 운동거리에서 운동시간이 감소함에 따라 운동수행 가변성이 점차 감소함

3. 운동역학적 및 운동학적 정확성- 운동학적 가변성 II

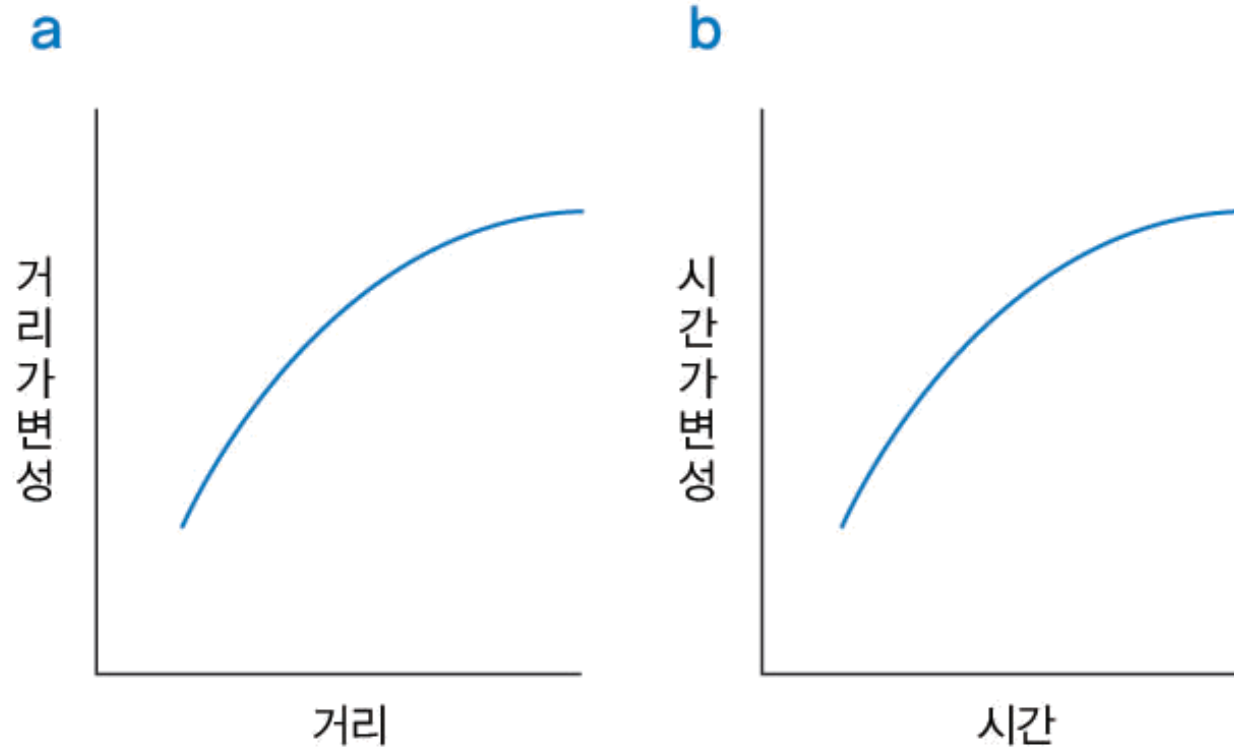


그림 5-12 운동 거리(a)와 시간(b)에 따른 운동 가변성

3. 운동역학적 및 운동학적 정확성- 운동학적 가변성 III

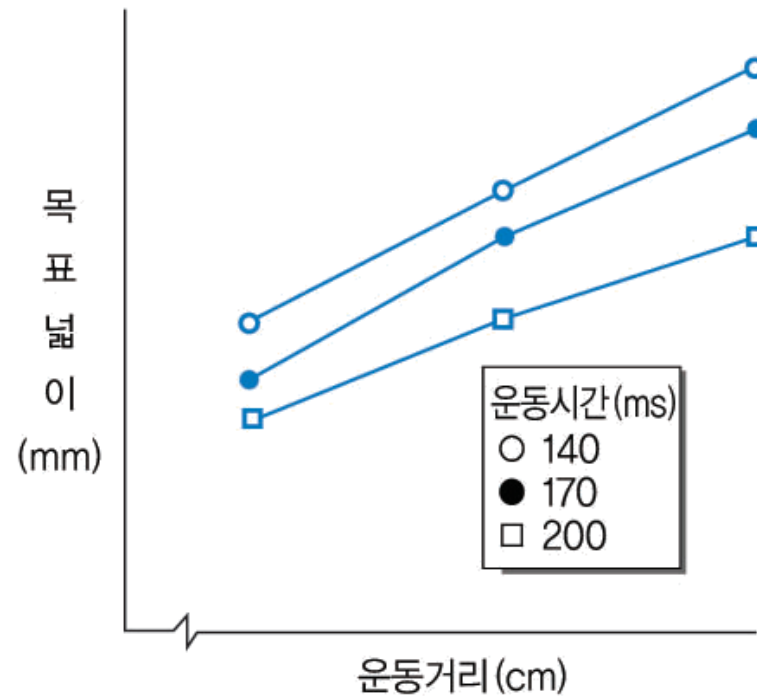


그림 5-13 목표넓이에 따른 운동거리와 운동시간의 관계(출처: Schmidt 등, 1979)

3. 운동역학적 및 운동학적 정확성- 운동역학적 변인과 운동학적 변인의 정확성 I

- 운동역학적 변인과 운동학적 변인의 정확성
 - 작용한 임펄스의 크기는 같아도 임펄스의 가변성은 다른 양상을 보이일 수 있다는 몇몇 연구(Carlton 등, 1988; Kim 등, 1990)에서는 임펄스의 형태에 영향을 미치는 요소로써 사전부하와 힘 발현율을 제시함
 - 김선진, 이강헌, 정청희(1993)는 골프 퍼팅을 이용한 실험에서 임펄스의 크기가 같더라도 스윙의 형태가 다르면 퍼팅의 정확성이 달라진다는 것을 증명함
 - Kim, Carlton, Liu, & Newell(1999)은 <그림 5-14>와 같이 임펄스 형태를 다양하게 변화시킨 수평 팔 운동 과제 실험에서 임펄스 가변성과 운동 정확성간의 관계를 살펴봄
 - 실험 결과 속도와 정확성의 관계는 과제의 속성에 따라 시간적, 공간적 측면에서 다양하게 변화한다는 것을 밝힘

3. 운동역학적 및 운동학적 정확성- 운동역학적 변인과 운동학적 변인의 정확성 II

- 운동역학적 변인과 운동학적 변인의 정확성(계속)
- 결국 속도와 정확성의 적절한 균형은 성공적인 수행의 밑바탕이 되고, 적절한 속도와 정확성을 생성하기 위한 학습을 위해서는 개인은 움직임 속도를 최대화하고 오류와 에너지 소비는 최소화하는 전략을 사용해야 함(Elliot et al., 2004)

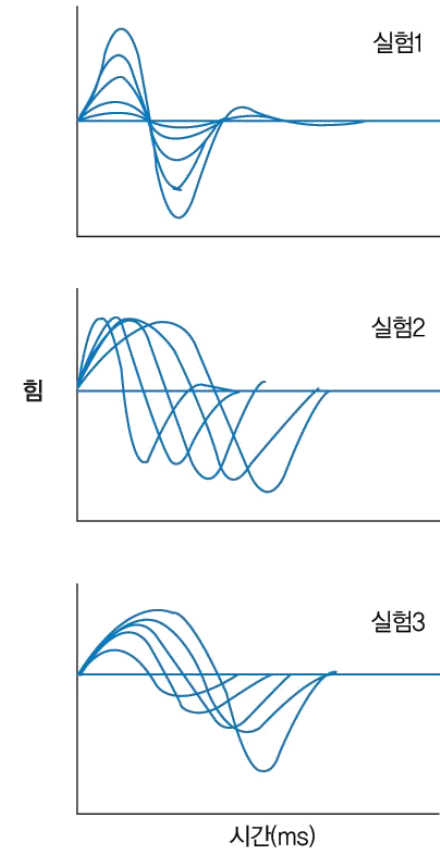


그림 5-14 움직임의 변화에 따른 임펄스 형태 (출처: Kim 등, 1999)

4. 스포츠 수행의 타이밍-운동과 타이밍 I

- 타이밍은 스포츠 수행의 성공과 실패를 결정짓는 중요한 요소 중 하나임
- 스포츠에서 타이밍을 향상시키기 위해서는 예측과 더불어 타이밍 정확성에 영향을 주는 요인을 알아야 함
- 운동과 타이밍
 - 운동 타이밍은 중추신경계의 작용과 말초적인 근육 활동에 의해 좌우되며 동작의 숙련도를 나타내는 지표가 됨
 - 타이밍이 좋다는 것은 적절한 시기에 목표 위치를 선정할 수 있거나, 움직이는 물체를 정확하게 잡거나 맞추고, 신체의 여러 분절을 조화롭게 연속적으로 움직일 수 있는 능력이 뛰어나다는 것을 말함
- 타이밍의 개념
 - 타이밍은 동작 자체의 시간적 구조, 동작의 특정 위치와 목표물의 일치라는 두 요소에 의해 결정됨
 - 예) 골프 스윙 동작 자체의 시간적 구조 vs 야구 스윙 볼 타격

4. 스포츠 수행의 타이밍-운동과 타이밍 II

- 타이밍의 개념(계속)
 - 동작 자체의 시간적 구조 현상은 내적 타이밍(internal timing) 또는 상대 타이밍(relative timing 또는 phasing)이라고 하며, 동작의 특정 위치와 목표물 일치 현상은 외적 타이밍(external timing) 또는 일치 타이밍(coincident timing)이라고 함(Wollstein & Abernethy, 1988)
- 상대 타이밍(내적 타이밍)
 - 상대 타이밍은 동작속도 또는 동작거리와 관계없는 기본적인 시간 구조 또는 동작 유형의 리듬을 말함
 - 상대 타이밍은 하나의 운동 기능이 다양한 하위 부분으로 구성되어 있다고 가정 할 때, 각 하위 부분이 시간적으로 정확하게 조화를 이룰 수 있도록 규칙화할 수 있는 능력을 말함
- ✓ 예) 보행의 하위 동작인 입각기와 유각기의 정확한 타이밍으로 협응
- 일치 타이밍(외적 타이밍)
 - 운동의 주체와 객체 사이에 시간적, 공간적 일치를 말함
- ✓ 예) 테니스 포핸드 스트로크의 하위 동작 구간(백스윙, 포워드 스윙, 타격, 팔오우스루 등)의 정확한 타이밍으로 조화 이루어야 함

김선진. 운동학습과 제어-개정판, 대한미디어, 2015.

4. 스포츠 수행의 타이밍-운동과 타이밍 III

- 타이밍과 리듬, 템포
 - 타이밍은 리듬과 템포에 의해 영향을 받음
 - 리듬은 어떤 물체의 운동 법칙에 의해 규칙적이고 반복적으로 만들어내는 시간적, 공간적 궤적이라고 할 수 있음. 즉, 각 동작의 국면이 시간적 순서에 어긋남 없이 잘 순서화된 정보를 말함
 - 템포는 동작이 일어나는 전체 동작 시간이라 할 수 있음. 속도의 개념을 포함하고 있되 공간적 넓이와 시간적 길이가 더해진 것을 나타냄
 - 운동수행 고유의 템포가 깨지면 시간적 순서에 따라 동작이 이루어져야 하는 리듬이 무너지고, 이는 곧 타이밍의 문제로 이어짐
 - 리듬과 템포, 타이밍은 밀접한 관계를 나타내며, 더 나아가 불가분의 상보적인 관계 속에 자리잡고 있음

4. 스포츠 수행의 타이밍-예측

- 예측
 - 야구에서 빠르게 날아오는 공을 정확하게 타격하는 것은 타자가 투수의 공을 예측하고 정확한 스윙 동작을 해내기 때문에 가능한 것임
 - 외부 환경에서 제시되는 현상의 예측과 움직임의 시작을 결정하는 데 관여하는 지각과 운동제어 기전은 타이밍에 많은 영향을 줌
 - 예측은 환경적 자극에 대해 운동 반응을 동시에 일어나게 하거나 움직임의 시작을 제어하는 데 관여하여 타이밍에 중요한 영향을 줌
 - 타이밍 과제의 수행에 있어 자극에 대한 사전 정보는 수용기 예측과 지각 예측을 통해 얻을 수 있으며, 예측 능력은 지각시스템 작용에 따른 지각 능력의 차이에 의해 다양한 형태로 나타남
 - 특히, 자극의 형태, 속도, 방향과 제시 조건은 수용기 예측과 지각 예측을 통한 사전 정보의 획득과 처리에 영향을 미침

4. 스포츠 수행의 타이밍-타이밍의 측정

- 타이밍의 측정
 - 야구 타격에서는 물체의 시각적 추적할 수 있는 절대적인 시간이 타이밍 정확성에 중요하며, 골프 스윙에서는 전체적인 템포가 타이밍의 의미를 가짐. 이때 목표시간에 얼마나 근접한 수행을 일관성 있게 하느냐에 따라 시간 정확성 또는 타이밍 정확성으로 표현할 수 있음
 - 타이밍 정확성에 중요한 절대적인 요인은 해당 동작에 소요된 시간임
 - 운동에 관여하는 시간이 길어질수록 타이밍 오차는 점차 둔화되는 형태로 증가함
 - 따라서 스포츠 종목의 특성에 따라서 운동시간을 적절히 줄이는 것이 타이밍 향상에 매우 중요함
 - 특히, 공간적으로 움직임이 한정되어 있는 경우에는 스윙 폼에 문제가 되지 않는다면 스윙 속도를 빠르게 하는 것이 스윙 시간을 단축시켜 타이밍을 향상시킬 수 있는 지름길임

4. 스포츠 수행의 타이밍-타이밍 전략 I

- ▶ 타이밍 전략
 - 스포츠 수행에서 정확한 타이밍 능력을 발휘하기 위해서는 정보처리 시간을 확보할 필요가 있음
 - 정보처리 시간이 충분하면 정확한 운동수행을 할 수 있지만 부족하면 운동수행의 정확성이 감소함
 - 타자가 날아오는 공을 타격하는 경우, 터자는 공이 날아오는 궤적과 도착할 타이밍을 미리 예측해야 하고, 배트로 공을 칠 때 최대한의 힘으로 정확하게 쳐야 함
 - <그림 5-16>은 투수가 던진 공이 홈베이스까지 도달하는 시간과 타자가 공을 타격할 때까지의 상황을 도표화 한 것임
 - 투수가 시속 140km로 공을 던졌다고 가정하면, 총 거리는 시간이 460ms임. 이때 스윙 속도를 빨리해 스윙 시간을 140ms로 감소시킨다면 타자는 타격하기 좋은 구질의 공을 선별할 수 있는 정보처리 시간을 보다 많이 가질 수 있음(20ms의 부가적 인 탐색)
 - 또한 이에 따라, 즉 스윙 시간의 단축에 따라 스윙 시작 타이밍, 임팩트 타이밍, 공간적 정확성, 공에 적용될 힘 등이 향상될 수 있음

4. 스포츠 수행의 타이밍-타이밍 전략 II

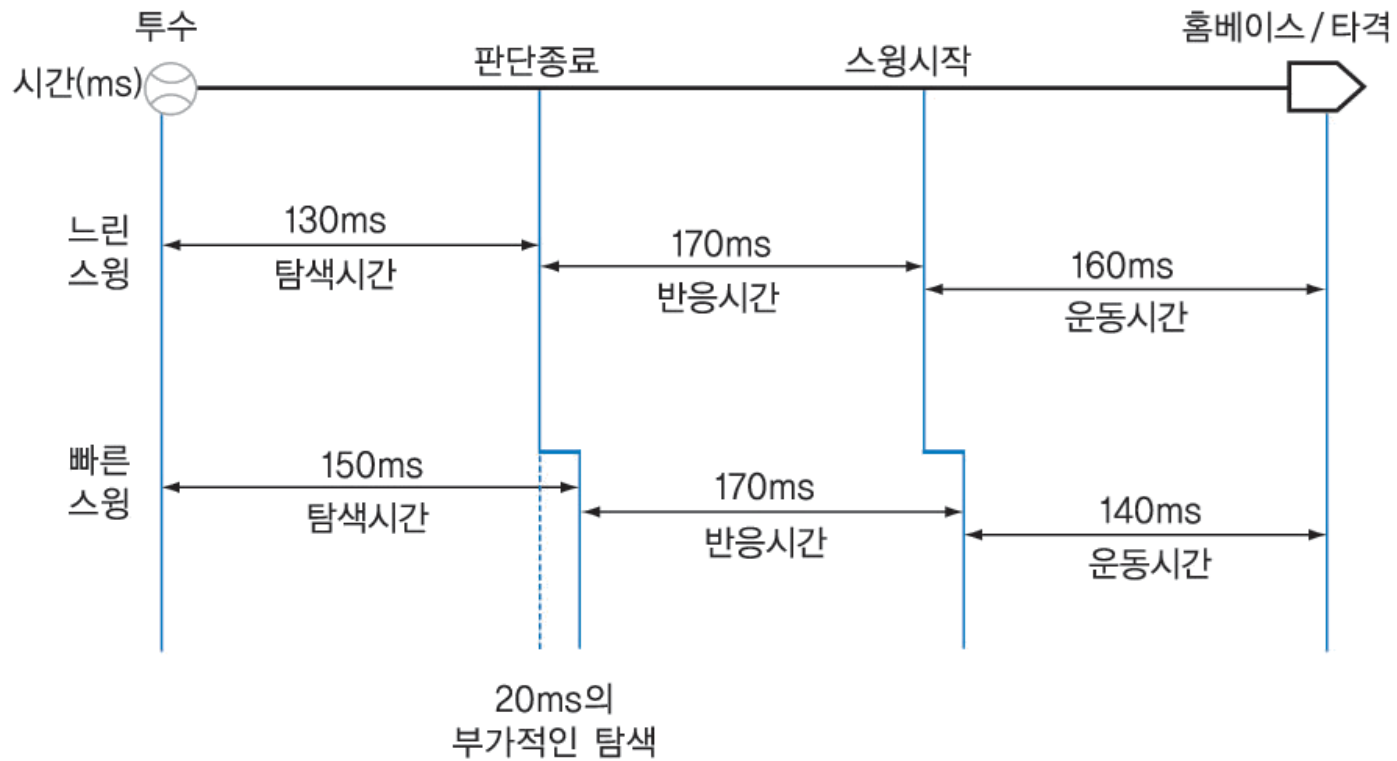


그림 5-16 타자의 스윙 속도와 정보처리 시간의 관계(출처: Schmidt와 Lee, 2005)