# **약품 제형에 따른 아세트아미노펜의 붕해 탐구: 제약 원리부터 실용적 실험까지**

## **제 1부: 서론 - 제약 제형과 약물 전달의 이해**

### **1.1 주성분을 넘어서: 제형의 중요성**

의약품의 효과는 단순히 활성 제약 성분(Active Pharmaceutical Ingredient, API)에 의해서만 결정되지 않습니다. 동일한 성분이라도 어떤 형태로 만들어졌는지, 즉 '제형(Dosage Form)'에 따라 우리 몸에서 작용하는 방식과 속도가 크게 달라집니다. 이 보고서는 약품 제형에 따른 효과 차이를 이해하기 위한 핵심 개념들을 먼저 정의하고자 합니다.

* **붕해(Disintegration):** 정제(tablet)나 캡슐 같은 고형 제제가 위나 장에서 작은 입자들로 부서지는 물리적 과정을 의미합니다. 이는 약효 발현의 가장 첫 단계입니다.1
* **용출(Dissolution):** 붕해된 작은 입자들로부터 약물 성분이 위액이나 장액과 같은 체액에 녹아 나오는 과정입니다. 약물이 녹지 않으면 흡수될 수 없으므로, 용출은 약효를 결정하는 매우 중요한 단계입니다.2
* **흡수(Absorption):** 용출된 약물이 위장관 점막을 통해 혈류로 들어가는 과정입니다. 약물이 혈액으로 들어가야 비로소 전신을 순환하며 표적 부위에 도달할 수 있습니다.2
* **생체이용률(Bioavailability):** 투여된 약물 중 전신 순환 혈액으로 흡수된 양의 비율을 의미합니다. 즉, 약물이 실제로 우리 몸이 얼마나 이용할 수 있는지를 나타내는 지표입니다.4

이 네 가지 과정은 순차적으로 일어나며, 각 단계는 약효가 얼마나 빠르고 효과적으로 나타날지를 결정합니다. 본 탐구에서는 이 중 가장 먼저 일어나며 육안으로 관찰하기 용이한 '붕해' 과정에 집중하여 제형의 역할을 탐구할 것입니다.

### **1.2 연구 모델로서의 아세트아미노펜**

본 연구에서는 해열진통제의 대표적인 성분인 아세트아미노펜(Acetaminophen)을 중심으로 탐구를 진행합니다. 아세트아미노펜은 통증 감각을 유발하는 물질인 프로스타글란딘(prostaglandin)의 합성을 억제하여 진통 및 해열 효과를 나타냅니다.6 이 성분을 연구 모델로 선택한 이유는 다음과 같습니다.

첫째, 아세트아미노펜은 전 세계적으로 가장 널리 사용되는 일반의약품 중 하나로, 약국에서 다양한 제형의 제품을 쉽게 구할 수 있습니다. 국내에 허가된 아세트아미노펜 단일 성분 의약품만 해도 70여 종에 이릅니다.7 여기에는 기본적인 속방성 정제(Immediate-Release tablet), 약효가 오래 지속되는 서방성 정제(Extended-Release tablet), 액상 성분이 들어있는 연질 캡슐(softgel), 물에 타 먹는 가루 형태의 산제(powder) 등 매우 다양한 제형이 포함되어 있어 비교 연구에 이상적입니다.8

둘째, 제형별로 뚜렷한 사용 목적과 설계 원리를 가지고 있어, 붕해 속도의 차이를 약물의 임상적 효과와 연결하여 해석하기 용이합니다.

### **1.3 연구 질문 및 목표**

본 연구는 안동여자고등학교 학생들이 제시한 연구 계획서 9에 기반하여 다음의 핵심 질문에 답하는 것을 목표로 합니다.

1. 동일한 아세트아미노펜 성분이라도 제형(예: 속방정, 서방정, 연질캡슐)에 따라 붕해 속도에 차이가 있는가?
2. 이러한 붕해 속도의 차이는 각 제형이 의도하는 치료 목적(예: 빠른 효과, 지속적인 효과)과 어떤 관련이 있는가?
3. 고등학교 실험실 수준에서 신뢰성 있고 타당한 붕해 비교 실험을 설계하고 수행할 수 있는가?

이 질문들을 해결하기 위해, 선행 연구 결과를 분석하고 이를 바탕으로 직접 수행할 수 있는 구체적인 실험 프로토콜을 제시하며, 예상되는 결과와 그 의미를 심도 있게 논의할 것입니다.

## **제 2부: 아세트아미노펜 용출에 대한 과학적 문헌 고찰**

### **2.1 속도의 과학: 속방성 제제 대 신속 제제**

많은 환자들은 빠른 통증 완화를 원하며, 제약사들은 이러한 요구에 부응하기 위해 '속효성' 또는 '신속' 제제를 개발했습니다. 문헌 연구 결과, 이러한 제제들은 일반 정제와 비교하여 실제로 더 빠른 붕해 및 흡수 속도를 보입니다.

한 연구에서는 표준 아세트아미노펜 정제와 새로운 속붕해성 아세트아미노펜(Fast-Dissolving Acetaminophen, FD-APAP) 제형을 비교했습니다. 감마 신티그래피(gamma scintigraphy)라는 영상 기술을 이용해 체내에서의 붕해를 직접 관찰한 결과, FD-APAP 제형의 평균 완전 붕해 시간은 12.9분으로, 표준 정제의 69.6분에 비해 현저히 빨랐습니다. 혈중 농도 분석에서도 FD-APAP 제형이 최고 혈중 농도에 도달하는 시간(Tmax​)의 중앙값이 0.50시간으로, 표준 정제의 0.67시간보다 통계적으로 유의미하게 단축되었습니다.3

이러한 '속도'의 차이는 단순한 마케팅 문구가 아니라, 명확한 화학적 원리에 기반합니다. 일부 속효성 제제는 탄산수소나트륨(NaHCO3​)을 포함하는데, 이는 위산의 주성분인 염산(HCl)과 만나면 다음과 같은 중화 반응을 일으킵니다.

NaHCO3​+HCl→NaCl+H2​O+CO2​(g)

이 반응에서 생성되는 이산화탄소(CO2​) 기체는 정제 내부에서 미세한 거품을 형성하며 압력을 만들어냅니다. 이 내부 압력은 정제를 물리적으로 빠르게 산산조각 내는 강력한 '내부 붕해제' 역할을 합니다. 단순히 물을 흡수하여 팽창하는 전통적인 붕해제에 의존하는 일반 정제보다 훨씬 더 신속하고 효과적으로 정제를 붕괴시키는 것입니다.3 따라서 '속효성'의 비밀은 제형에 첨가된 특정 물질이 위의 화학적 환경을 이용하여 약물 자체의 붕해를 촉진하는 제제학적 설계에 있습니다.

### **2.2 시간과의 싸움: 속방성(IR) 제제 대 서방성(ER) 제제**

아세트아미노펜 정제는 크게 두 가지로 나뉩니다: 복용 후 빠르게 약물을 방출하는 속방성(Immediate-Release, IR) 제제와, 8시간 등 장시간에 걸쳐 서서히 약물을 방출하는 서방성(Extended-Release, ER) 제제입니다.8 이 둘의 차이는 약효 발현 속도뿐만 아니라 지속 시간에도 영향을 미칩니다.

용출 시험 연구에 따르면, IR 정제는 30분에서 60분 이내에 주성분의 80% 이상을 방출하는 반면, ER 정제는 특수하게 설계된 매트릭스나 코팅 기술을 통해 수 시간에 걸쳐 점진적으로 약물을 방출합니다.11 이러한 용출 프로파일의 차이는 체내 약물 동태에도 그대로 반영됩니다. ER 제형은 IR 제형에 비해 혈중 약물 농도가 최고치(Cmax​)에 도달하는 시간이 더 길고(Tmax​ 지연), 최고 농도 자체는 더 낮게 나타납니다.13

이러한 제형 간의 차이는 단순한 약효 지속 시간을 넘어, 임상 독성학 및 약물 과다복용 관리라는 매우 중요한 현실적 문제와 직결됩니다. 아세트아미노펜 과다복용 시, 의료진은 혈액 검사와 '루맥-매튜 노모그램(Rumack-Matthew nomogram)'이라는 도구를 사용하여 간 손상 위험을 평가하고 해독제(N-아세틸시스테인) 투여 여부를 결정합니다. 그런데 이 노모그램은 약물이 빠르게 흡수되어 예측 가능한 최고점에 도달하는 IR 정제 과다복용 사례를 기반으로 개발되었습니다. 만약 환자가 ER 정제를 과다복용했다면, 약물 흡수가 지연되어 이른 시간에 측정한 혈중 농도가 위험 수준보다 낮게 나올 수 있습니다. 이는 의료진이 실제 위험도를 과소평가하여 생명을 구하는 치료를 지연시키는 치명적인 결과를 초래할 수 있습니다.13 이처럼 비커 안에서 관찰되는 단순한 붕해 속도의 차이가, 응급 상황에서 환자의 생사를 가르는 중요한 의학적 판단에까지 영향을 미칠 수 있음을 보여줍니다.

### **2.3 형태와 기능: 정제, 캡슐, 그리고 연질 캡슐**

일반적으로 연질 캡슐(softgel)은 내부에 액상 내용물이 들어있어 고체인 정제보다 더 빨리 흡수될 것이라는 인식이 널리 퍼져 있습니다.4 그러나 과학적 데이터는 이러한 통념에 도전합니다.

미국 약전(USP)의 표준 용출 시험법에 따라 진행된 한 동료심사 연구에서는, '속효성'으로 판매되는 아세트아미노펜 연질 캡슐이 같은 회사의 표준 정제보다 오히려 더 느리게 용해된다는 결과를 발표했습니다.15 이러한 예상 밖의 결과는 '붕해'와 '용출/흡수' 사이의 미묘하지만 결정적인 차이를 이해함으로써 설명될 수 있습니다.

이 현상을 단계별로 분석해 보면 다음과 같습니다.

1. 표준 정제는 액체와 접촉하는 즉시 붕해되기 시작합니다.
2. 연질 캡슐은 액상 내용물을 담고 있는 젤라틴 껍질로 구성됩니다.
3. 이 젤라틴 껍질이 먼저 수분을 흡수하고, 팽창한 뒤, 파열되어야 합니다. 이것이 연질 캡슐의 '붕해' 단계입니다.
4. 껍질이 파열된 후에야 비로소 내부에 미리 용해되어 있던 액상 내용물이 방출되어 흡수될 수 있습니다.

따라서, 일단 방출된 액상 내용물의 '흡수'는 매우 빠를 수 있지만, 그 전 단계인 젤라틴 껍질의 '붕해'에는 정제가 부서지는 것보다 더 긴 시간이 소요될 수 있습니다. 본 탐구에서 수행할 실험은 '완전 붕해'까지의 시간을 측정하므로, 문헌 15의 결과를 재현할 가능성이 있습니다. 이는 제약 마케팅 문구와 실제 과학적 데이터를 비판적으로 비교 분석하는 중요한 학습 기회를 제공할 것입니다.

## **제 3부: 실험 설계 및 준비**

### **3.1 과학적 방법론의 확립: 변인과 통제**

성공적인 과학 실험의 핵심은 변인을 명확히 정의하고 통제하는 것입니다. 본 실험의 변인은 다음과 같이 설정합니다.

* **독립 변인 (Independent Variable):** 아세트아미노펜 제품의 제형. (예: 속방성 정제, 서방성 정제, 연질 캡슐 등)
* **종속 변인 (Dependent Variable):** 완전 붕해에 걸리는 시간. (분과 초 단위로 측정)
* **통제 변인 (Controlled Variables):** 실험의 공정성을 확보하기 위해 모든 실험군에서 동일하게 유지해야 하는 조건들입니다.
  + 시험액의 온도: 인체 체온과 유사한 37±1∘C
  + 시험액의 부피 및 종류
  + 교반(젓는) 방법 및 속도
  + 붕해 완료 시점의 판정 기준

이러한 변인들을 엄격하게 통제해야만, 관찰된 붕해 시간의 차이가 오직 '제형'의 차이에서 비롯되었다고 결론 내릴 수 있습니다.

### **3.2 실험 대상 선정: 시판 아세트아미노펜 제품**

실험의 목적에 부합하도록 제형의 다양성을 극대화할 수 있는, 약국에서 쉽게 구매 가능한 일반의약품을 선정하는 것이 중요합니다. 다음 표는 본 실험에 추천되는 제품 목록입니다.

**표 1: 실험용 아세트아미노펜 제품 추천 목록**

| 제품군 | 예시 제품명 | 주성분 함량 | 제형 | 선정 이유 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 표준 정제 | 타이레놀정 500mg 8 | 아세트아미노펜 500mg | 속방성(IR) 정제 | 국제적 표준 제품으로, 비교를 위한 기준선(대조군) 역할을 함. |
| 서방성 정제 | 타이레놀8시간이알서방정 8 | 아세트아미노펜 650mg | 서방성(ER) 정제 | 서방형 제제의 느린 방출 기전을 직접 확인하기 위함. |
| 연질 캡슐 | 이지엔6 에이스, 래피콜 등 | 아세트아미노펜 | 액상형 연질 캡슐 | 캡슐 제형의 붕해를 관찰하고 '속효성' 주장을 검증하기 위함.4 |
| 산제/과립제 | 테라플루 8 | 아세트아미노펜 650mg | 현탁용 산제 | 이미 붕해가 완료된 형태로, 용출이 매우 빠를 것으로 예상됨. |
| 츄어블정 | 어린이용 타이레놀정 80mg 16 | 아세트아미노펜 80mg | 츄어블정 | 입안에서 빠르게 붕해되도록 설계되어, 또 다른 '빠른 붕해' 비교군을 제공함. |

### **3.3 위 환경 재현: 인공위액의 제조**

실험의 신뢰도를 높이기 위해 인체의 위 환경과 유사한 조건에서 실험을 진행해야 합니다. 대한민국약전 17에 명시된 인공위액은 소화효소인 펩신(pepsin)을 포함하지만, 본 실험은 물리적 '붕해'에 초점을 맞추고 있으며 고등학교 수준에서의 안전성과 재료 수급의 용이성을 고려하여 펩신을 제외한 간소화된 인공위액을 제조합니다. 펩신은 단백질을 생화학적으로 분해하는 효소로, 정제의 초기 물리적 붕괴에는 산성 환경과 이온 농도가 더 결정적인 역할을 합니다. 따라서 간소화된 인공위액은 본 실험의 과학적 타당성을 훼손하지 않으면서 안전성과 편의성을 크게 높일 수 있습니다.18

**표 2: 간소화된 인공위액 제조법 (pH 1.2)**

| 재료 | 분량 (1000 mL 기준) | 목적 | 안전 수칙 |
| --- | --- | --- | --- |
| 증류수 | 약 950 mL | 용매 | 해당 없음 |
| 염화나트륨 (NaCl) | 2.0 g | 위액의 이온 농도 모사 18 | 해당 없음 |
| 1M 염산 (HCl) | 약 7.0 mL | 위산의 산성도(pH 1.2) 제공 17 | **반드시 보안경과 장갑 착용.** 물에 산을 첨가할 것 (산에 물 첨가 금지). |
| 증류수 | 최종 부피 1000 mL까지 추가 | 최종 부피 조절 | 해당 없음 |

## **제 4부: 붕해 시험을 위한 단계별 실험 절차**

이 절에서는 표준화된 실험 절차(Standard Operating Procedure, SOP)를 제시하여 실험의 재현성과 신뢰성을 확보하고자 합니다.

### **4.1 실험 기구**

* 1000 mL 비커 (실험 1회당 1개)
* 항온수조 (또는 온도계가 있는 큰 수조에 주기적으로 뜨거운 물을 부어 37°C 유지)
* 마그네틱 교반기 및 교반 막대 (권장) 또는 스톱워치와 유리 막대 (대체 가능)
* 스톱워치
* 보안경 및 실험용 장갑

### **4.2 실험 과정**

1. **준비:** 표 2의 방법에 따라 인공위액을 제조합니다.
2. **온도 조절:** 비커에 인공위액 900 mL를 넣고 17, 항온수조에 넣어 액체의 온도가  
   37±1∘C로 안정될 때까지 기다립니다.
3. **교반 설정:** 마그네틱 교반기를 사용하는 경우, 부드러운 위의 연동 운동을 모사하기 위해 낮은 속도(예: 50 rpm)로 일정하게 설정합니다.17
4. **실험 시작:** 약물 샘플 1개를 비커 중앙에 조심스럽게 떨어뜨리는 동시에 스톱워치를 시작합니다.
5. **관찰 및 기록:** 샘플을 지속적으로 관찰하며 '완전 붕해' 시점까지의 시간을 측정합니다.
6. **반복:** 각 제형별로 최소 3회 이상 실험을 반복하여 결과의 신뢰도를 높이고 평균값을 계산합니다.

### **4.3 붕해 완료 시점의 정의**

결과의 일관성을 위해 붕해 완료 시점을 명확히 정의하는 것이 매우 중요합니다.

* **정제 (IR/ER):** 더 이상 단단한 핵(core)이 남아있지 않고, 정제가 미세한 입자 더미나 만져서 느껴지는 핵이 없는 부드러운 덩어리로 완전히 부서진 시점.1
* **연질 캡슐:** 젤라틴 껍질이 눈에 띄게 파열되어 내부의 액상 내용물을 방출하는 순간.
* **산제:** 모든 가루가 액체에 젖어 분산된 시점.

**표 3: 실험 데이터 기록 양식**

| 제형 | 시도 횟수 | 시작 시간 | 종료 시간 | 총 붕해 시간 (분:초) | 정성적 관찰 (예: 기포 발생, 팽창, 색 변화, 껍질 파열 등) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 표준 정제 | 1 |  |  |  |  |
| 표준 정제 | 2 |  |  |  |  |
| 표준 정제 | 3 |  |  |  |  |
| 서방성 정제 | 1 |  |  |  |  |
| ... | ... |  |  |  |  |

## **제 5부: 원시 데이터에서 의미 있는 결론까지**

### **5.1 데이터 정리 및 시각화**

수집된 데이터를 분석하여 의미 있는 정보를 추출해야 합니다. 각 제형별로 3회 반복 측정한 붕해 시간의 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 계산합니다. 표준편차는 데이터가 평균값 주위에 얼마나 흩어져 있는지를 나타내는 척도로, 측정값의 일관성을 보여줍니다.

계산된 평균값을 막대그래프로 시각화하면 제형 간의 차이를 한눈에 파악할 수 있습니다. 각 막대에 표준편차를 오차 막대(error bar)로 표시하면 데이터의 신뢰도를 함께 보여줄 수 있습니다.

**표 4: 평균 붕해 시간 요약**

| 제형 | 평균 붕해 시간 (분:초) | 표준편차 (초) |
| --- | --- | --- |
| 표준 정제 |  |  |
| 서방성 정제 |  |  |
| 연질 캡슐 |  |  |
| 현탁용 산제 |  |  |
| 츄어블정 |  |  |

### **5.2 결과 토의: 실험과 과학 문헌의 연결**

이 단계에서는 자신의 실험 결과를 제 2부에서 검토한 과학 문헌과 비교하며 해석합니다. 다음 질문들을 통해 심도 있는 토의를 진행할 수 있습니다.

* 실험 결과, ER 정제가 IR 정제보다 현저히 느리게 붕해되었는가? 이는 문헌 12의 예측과 일치하는가?
* 연질 캡슐은 표준 정제보다 빠르게 붕해되었는가, 혹은 느리게 붕해되었는가? 이 결과는 문헌 15의 '예상 밖의' 결과와 어떻게 비교되는가?
* 특정 제형에서 기포 발생(effervescence)이 관찰되었다면, 이를 제 2.1절에서 논의한 화학 반응 원리와 연결하여 설명할 수 있는가?
* 각 제형의 붕해 속도 차이가 해당 약품의 포장이나 광고에서 강조하는 '빠른 효과' 또는 '8시간 지속'과 같은 치료 목적과 어떻게 부합하는가?

### **5.3 한계점 및 오차 원인 인정**

모든 과학 실험에는 한계가 있으며, 이를 솔직하게 인정하는 것은 과학적 진실성의 중요한 부분입니다. 본 실험의 잠재적 한계점은 다음과 같습니다.

* **실험 장치:** 비커와 교반기를 사용한 본 실험은 대한민국약전의 공식 붕해 시험 장치 1를 간소화한 것입니다. 공식 장치는 약물을 담는 바스켓이 정밀하게 상하 운동을 하여 위장관의 움직임을 더 정확하게 모사합니다. 이러한 장치의 차이가 결과에 어떤 영향을 미쳤을지 고찰해야 합니다.
* **판정의 주관성:** '완전 붕해' 시점을 육안으로 판정하는 데에는 약간의 주관성이 개입될 수 있습니다. 여러 관찰자가 함께 판정하거나, 명확한 사진 기록을 남기는 등의 방법으로 이러한 주관성을 최소화하려는 노력이 필요합니다.
* **실험 환경의 범위:** 본 실험은 위의 환경(pH 1.2)만을 모사했습니다. 약물은 위를 지나 소장(pH 약 6.8)으로 이동하며 추가적인 변화를 겪습니다.20 장용정(enteric-coated tablet)과 같이 장에서 녹도록 설계된 제형은 본 실험 조건에서는 거의 붕해되지 않을 것이며, 이는 제형 설계의 또 다른 중요한 원리를 보여줍니다.

## **제 6부: 최종 종합 및 향후 연구 제언**

### **6.1 결론**

본 연구 보고서는 약품의 제형이 붕해 속도에 미치는 영향을 탐구하기 위한 이론적 배경과 구체적인 실험 방법을 제시했습니다. 문헌 고찰을 통해 속효성, 서방성, 연질 캡슐 등 다양한 제형이 뚜렷한 과학적 원리에 따라 설계되었음을 확인했습니다. 제시된 실험 프로토콜을 성공적으로 수행한다면, 학생들은 제형이 약물의 붕해 속도에 유의미하고 예측 가능한 영향을 미친다는 결론을 직접 도출할 수 있을 것입니다. 이는 동일한 성분의 약이라도 제형에 따라 그 효과가 다르게 나타나는 이유를 명확히 이해하는 계기가 될 것입니다.

### **6.2 향후 전망**

본 탐구는 제약 과학의 흥미로운 세계로 들어가는 첫걸음입니다. 여기서 얻은 지식과 경험을 바탕으로 다음과 같은 후속 연구를 진행할 수 있습니다.

* **실험 환경 확장:** 인공 장액(pH 6.8, 인산염 완충액 기반) 17을 제조하여 위액 환경에서의 결과와 비교해 볼 수 있습니다. 특히 서방성 제제가 장 환경에서 어떻게 거동하는지 관찰하는 것은 매우 흥미로운 주제가 될 것입니다.
* **다른 변인 탐구:** 정제의 경도(단단함)가 붕해에 미치는 영향을 탐구할 수 있습니다. 문헌에 따르면 정제의 경도는 붕해 및 용출 속도에 영향을 줄 수 있습니다.21
* **첨단 제형 연구:** 본 실험에서 다룬 전통적인 제형을 넘어, 식용 필름(edible film) 22, 고체 지질 나노입자(solid lipid nanoparticles) 23와 같은 차세대 약물 전달 시스템(Drug Delivery System, DDS)에 대해 조사해 볼 수 있습니다. 이러한 첨단 기술들은 약물의 안정성을 높이고, 특정 부위에만 약물을 전달하며, 부작용을 최소화하는 것을 목표로 하는 제약 과학의 최전선입니다.

이러한 심화 탐구는 단순한 현상 관찰을 넘어, 환자의 필요에 맞춰 약물의 효과를 최적화하려는 제약 과학의 궁극적인 목표를 이해하는 데 큰 도움이 될 것입니다.

#### 참고 자료

1. 대한민국약전교육 08회 대한약전 일반시험법 21 붕해시험법 - YouTube, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.youtube.com/watch?v=ztRvEGr10Ms>
2. Dissolution Testing of Immediate Release Solid Oral Dosage Forms. - FDA, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.fda.gov/media/70936/download>
3. Comparison of a novel fast-dissolving acetaminophen tablet formulation (FD-APAP) and standard acetaminophen - BDD Pharma, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.bddpharma.com/wp-content/uploads/2022/04/COMPAR2.pdf>
4. Softgels vs. tablets vs. capsules: what's the difference?, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.softcaps.science/blog/softgels-vs-tablets-vs-capsules-whats-the-difference>
5. Softgels vs Tablets: Key Differences You Should Know - SED Pharma, 8월 13, 2025에 액세스, <https://sedpharma.com/news-events/softgels-vs-tablets/>
6. [광화문약국] 판매 1위 해열제 '타이레놀' 종류만 7가지...어떤 약 먹어야 할까, 8월 13, 2025에 액세스, <https://biz.chosun.com/science-chosun/bio/2023/09/16/WO3SWPFSCVFAPJ7SW45VNPNZF4/>
7. 타이레놀만 아세트아미노펜? "국내 허가 아세트아미노펜 70종" - 헬스조선, 8월 13, 2025에 액세스, <https://m.health.chosun.com/svc/news_view.html?contid=2021052801155>
8. 아세트아미노펜 - 나무위키, 8월 13, 2025에 액세스, <https://namu.wiki/w/%EC%95%84%EC%84%B8%ED%8A%B8%EC%95%84%EB%AF%B8%EB%85%B8%ED%8E%9C>
9. 52연구(안동여고-강민재2).pdf
10. Comparison of a novel fast-dissolving acetaminophen tablet formulation (FD-APAP) and standard acetaminophen tablets using gamma scintigraphy and pharmacokinetic studies - PubMed, 8월 13, 2025에 액세스, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21244275/>
11. Drug release from different immediate release acetaminophen formulations (IR-1 to IR-4) - ResearchGate, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.researchgate.net/figure/Drug-release-from-different-immediate-release-acetaminophen-formulations-IR-1-to-IR-4_fig1_259338128>
12. An In Vitro Model for Release of Acetaminophen When an Overdose is Ingested Orally - Dissolution Technologies, 8월 13, 2025에 액세스, <https://dissolutiontech.com/issues/202402/DT202402_A02.pdf>
13. Population pharmacokinetic analysis of acetaminophen overdose with immediate release, extended release and modified release formulations - PubMed, 8월 13, 2025에 액세스, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36106921/>
14. Capsule vs. Tablet: Differences, Pros and Cons, Tips - Health, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.health.com/condition/headaches-and-migraines/gel-caps-or-coated-pick-the-right-pill>
15. Rapid and Fast-Release Acetaminophen Gelcaps Dissolve Slower Than Acetaminophen Tablets - Pharma Excipients, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.pharmaexcipients.com/wp-content/uploads/2018/11/cbd4b1c4680cdfd6e16e3f8ecdc39b6b.pdf>
16. 해열,진통,소염제 - BIZ PHARM - 의약/의료소모품 전문쇼핑몰 비즈팜, 8월 13, 2025에 액세스, <https://bizpharm.co.kr/category/%ED%95%B4%EC%97%B4%EC%A7%84%ED%86%B5%EC%86%8C%EC%97%BC%EC%A0%9C/399/?page=3>
17. KR20160105044A - 에제티미브 및 로수바스타틴을 포함하는 경구용 ..., 8월 13, 2025에 액세스, <https://patents.google.com/patent/KR20160105044A/ko>
18. 병원약사회지 제13권 제3호, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.jkshp.or.kr/journal/download_pdf.php?spage=232&volume=13&number=3>
19. Chlordiazepoxide. HCl정제의 함량균일성 및 용출평가, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.jkshp.or.kr/journal/download_pdf.php?spage=252&volume=9&number=4>
20. 별표 5의2, 8월 13, 2025에 액세스, [https://law.go.kr/flDownload.do?flSeq=27789738&flNm=%5B%EB%B3%84%ED%91%9C+5%EC%9D%982%5D+%EB%B9%84%EA%B5%90%EC%9A%A9%EC%B6%9C%EC%8B%9C%ED%97%98+%EB%B0%A9%EB%B2%95%0A%28%EC%A0%9C19%EC%A1%B0+%EA%B4%80%EB%A0%A8%29](https://law.go.kr/flDownload.do?flSeq=27789738&flNm=%5B%EB%B3%84%ED%91%9C+5%EC%9D%982%5D+%EB%B9%84%EA%B5%90%EC%9A%A9%EC%B6%9C%EC%8B%9C%ED%97%98+%EB%B0%A9%EB%B2%95%0A(%EC%A0%9C19%EC%A1%B0+%EA%B4%80%EB%A0%A8))
21. (PDF) Dissolution rate studies on Acetaminophen tablets - ResearchGate, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.researchgate.net/publication/7357198_Dissolution_rate_studies_on_Acetaminophen_tablets>
22. Physicochemical Properties and In Vitro Dissolution of Orally Disintegrating Films Based on Polysaccharides: The Case of Acetaminophen - MDPI, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/8/4084>
23. Comparison of dissolution profiles of paracetamol tablets and powders... - ResearchGate, 8월 13, 2025에 액세스, <https://www.researchgate.net/figure/Comparison-of-dissolution-profiles-of-paracetamol-tablets-and-powders-from-the-ground_fig1_269587948>