

메틸 프로필 케톤 (2-펜타논)

Methyl propyl ketone (2-Pentanone)

CAS no. 107-87-9

산업화학연구실

2022. 12.

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요약(Summary)

메틸 프로필 케톤에 대한 국내외 문헌정보 조사를 통하여 독성 정보를 확인하였다.

메틸 프로필 케톤은 용매, 디에틸 케톤의 대체제, 착향료 등으로 사용되며, 2018년 국내 화학물질 통계조사 결과 연간 사용량은 10톤 내외, 관련 종업원 수는 2만여명으로 파악된다. 환경부 기존화학물질 사전신고에 따르면 신고건수는 27건, 최대 제조·수입량은 100~1,000톤이며 소비자 용도로 사용될 수 있다.

인체에 1,500 ppm의 농도로 흡입 노출되었을 때 안구 자극, 두통, 메스꺼움 및 구토를 유발하며, 150 ppm에 노출되었을 때 안구 및 상기도 자극이 나타났다. 급성독성시험은 랫드, 마우스, 기니피그, 토끼 등 다양한 동물 및 여러 농도에서 수행되었으며, 랫드의 급성 흡입독성 시험결과 LC_{50} 25.5 mg/L로 나타났다. 기니피그에 흡입노출 및 마우스에 복강 내 투여 시 중추신경계 영향이 나타났다. 아만성 흡입독성 시험은 랫드에서 수행되어 NOAEC 1,500 ppm(5,284 mg/m³) 이었다. 만성독성 시험은 경구투여 시험결과만 있으며, 부작용은 약간의 체중 감소 뿐이었다. 랫드에게 35일 동안 간헐적으로 5,000 mg/m³의 메틸 프로필 케톤을 흡입노출 시켰을 때 졸음 증상을 보였다. 생식·발생 독성 시험 결과의 NOAEC는 각각 5,000 mg/m³, 5,284 mg/m³ 이었다. 유전독성시험 결과는 음성이었다. 이외 피부 및 안자극성이 관찰되었다.

안전보건공단 화학물질정보에 따른 유해성·위험성은 인화성 액체 구분 2, 급성 독성(경구) 구분 4, 심한 눈 손상성/눈 자극성 구분2(2A/2B)로 분류되어 있다.

중심단어 : 메틸 프로필 케톤, Methyl propyl ketone, 2-Pentanone

차례(Contents)

요약(Summary)	1
약어(Abbreviations)	3
1. 서론(Introduction)	4
1.1. 구성(Composition)	4
1.2. 사용(Uses)	5
2. 인체 연구(Human Studies)	6
2.1. 사례 연구(Case Reports)	6
2.2. 역학 연구(Epidemiologic Studies)	6
3. 독성 연구(Toxicological Studies)	7
3.1. 흡수, 분포, 대사, 배설(ADME)	7
3.2. 급성 독성(Acute Toxicology)	7
3.3. 아급성 독성(Subacute Toxicology)	9
3.4. 아만성 독성(Subchronic Toxicology)	9
3.5. 만성 독성·발암성(Chronic Toxicology/Cancer Information)	9
3.6. 생식·발달(발생) 독성(Reproductive/Developmental Toxicology)	10
3.7. 유전 독성/변이원성(Genotoxicity, Mutagenicity)	10
3.8 그 외 독성 정보(Others)	10
4. 유해성 분류(Hazard Classification)	12
5. 규제 및 관리(Regulation&Management)	13
6. 결론 및 제언(Conclusion&Discussion)	14
참고문헌(References)	15

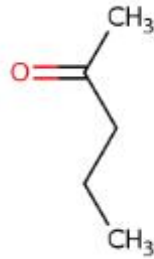
약어(Abbreviations)

DNEL	Derived No Effect Level, 무영향도출수준
LC ₅₀	Lethal concentraton for 50 percent kill, 반수치사농도
LD ₅₀	Lethal Dose for 50 percent kill, 반수치사용량
LOAEC	Lowest Observed Adverse Effect Concentration, 최소독성관찰농도
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level, 최소독성관찰용량
NOAEC	No Observed Adverse Effect Concentration, 무독성관찰농도
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level, 무독성관찰용량
NOEC	No Observed Effect Concentration, 무영향관찰농도
NOEL	No Observed Effect Level, 무영향관찰용량
OEL	Occupational Exposure Limit, 작업장노출기준
PEL	Permissible Exposure Limit, 허용노출한계
REL	Recommended Exposure Limit, 권장노출한계
TWA	Time Weighted Average, 시간가중평균노출기준
STEL	Short Term Exposure Limit, 단시간노출기준
IDLH	Immediately Dangerous to Life or Health, 즉시건강위험농도
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 미국산업위생가협회
ECHA	European Chemiacals Agency, 유럽 화학물질청
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health, 미국 국립 산업안전보건연구소
OSHA	Occupational Safety and Health Administratioin, 산업안전보건청(미국)

1. 서론(Introduction)

1.1. 구성(Composition)

메틸 프로필 케톤은 다음과 같은 물리화학적 특성을 가지고 있다.

구조	
영문 물질명	Methyl propyl ketone
국문 물질명	메틸 프로필 케톤
IUPAC name	2-Pentanone
CAS No	107-87-9
분자식	C ₅ H ₁₀ O
분자량	86.13 ^a
색깔 및 성상	무색의 액체 ^a
끓는점	102.7 °C
어는점	-76.8°C ^a
인화점	8 °C @ 101,325 Pa
자연발화온도	450 °C @ 101,325 Pa
증기압	32.06 hPa @ 20 °C
밀도/비중	0.806 @ 20°C
점도	0.607 mPa.s @ 20 °C
옥탄올-물 분배계수	0.857 @ 20 °C
용해도	수용해도 72.6 g/L @ 20 °C

※ 출처 : ECHA, ^aTox-Info

메틸 프로필 케톤의 반응작용으로는 강산화제, 삼불화브롬, 강염기, 아민 및 이소시아네이트와 격렬하게 반응한다(Sittig, M, 2022).

1.2. 사용(Uses)

메틸 프로필 케톤은 용매, 디에틸 케톤의 대체제, 착향료로 사용된다 (Tox-Info). 합성 향료 및 보조제로서 식품첨가물로 사용될 수 있다(PubChem, 식품의약품안전처). 산업적으로 도료 및 코팅 첨가제, 세척 및 탈지용 용제, 제품 제형 또는 혼합물의 일부로 사용되며, 소비자 용도로 건축자재, 화학 중간체, 전기 및 전자제품, 페인트 및 코팅제로 사용된다(PubChem).

2018년 화학물질 통계조사 결과에 따른 국내 메틸 프로필 케톤의 유통량과 관련 종업원 수는 다음과 같다.

제조량 [톤/년]	수입량 [톤/년]	수출량 [톤/년]	사용량 [톤/년]	종업원 수 [명]
-	0.1	-	10.1	21,051

* 화학물질안전원, 2018년 화학물질 통계조사 결과

환경부 기존화학물질 사전(변경)신고 정보공개 목록 중 메틸 프로필 케톤의 내용은 다음과 같다.

KE No.	신고건수	최대 제조·수입 톤수범위	소비자 용도 여부
2005-3-3097	27	100~1000톤	○

* 환경부, 기존화학물질 사전(변경)신고 정보공개(11차)

2. 인체 연구(Human Studies)

2.1. 사례 연구(Case Reports)

1) 공기 중의 1,300-1,500 ppm에 짧게 노출된 사람에게서 심각한 안구 자극이 나타났으나 안구에 손상을 입히지는 않았다. 산업적 사용으로 인하여 시각적 부상이 일어났다는 보고는 없다(Grant, 1986).

2) 강한 냄새를 동반한 공기 중 메틸 프로필 케톤 150 ppm에 노출 되었을 때 안구 및 상기도 자극이 나타났다(ACGIH, 1991).

3) 눈, 피부, 기도에 자극성 있다(Sitting, 2002).

이외 인체 독성에 관한 연구 결과는 다음과 같다.

노출경로	독성 영향	참고문헌
흡입	lowest published toxic concentration : 1500 ppm 눈 증상, 두통, 메스꺼움·구토	NIOSH
흡입	lowest published toxic concentration : 3000 mg/m ³ 결막 자극, 기침	NIOSH

2.2. 역학 연구(Epidemiologic Studies)

해당 자료없음

3. 독성 연구(Toxicological Studies)

3.1. 흡수, 분포, 대사, 배설(ADME)

인체에서 메틸 프로필 케톤은 피부를 통해 흡수 될 수 있다. 이 물질의 제거는 주로 호기를 통해 미변화된 상태로 배출된다. 약 25-35시간 안에 38-54%의 범위까지 혈류로부터 제거 속도는 알코올과 비교하였을 때 절반정도이다. 일부 양은 글루크로닉 산과 포함되어 배출된다(Browning, 1965; Tox-Info).

3.2. 급성 독성(Acute Toxicology)

1) 메틸 프로필 케톤 2,500 ppm에 노출된 기니피그에서 자극 및 쇠약감이 발생하였으며, 5,000 ppm에 노출 시 중추신경 저하 및 혼수 증상이 발생하였다. 저자는 메틸 프로필 케톤이 메틸 부틸 케톤보다 독성이 약하나 메틸 에틸 케톤에 비해서는 독성이 강하고, 자극성이 심하다고 결론 내렸다(OSHA, 1989).

2) 마우스에게 250 혹은 500 mg/kg의 단회 용량을 복강 내로 투여하였을 때, 마우스에게서 동요 및 지각과민이 발생하였다. 2,000 mg/kg을 투여한 마우스에게는 동요, 균형감 상실, 갈지자 걸음, 불완전마비, 감각 상실이 나타났으며 20%가 사망하였다. 2,500 mg/kg 용량 투여 군에서는 100% 사망하였다(Bingham et al; 2001).

3) 50,000 ppm의 메틸 프로필 케톤을 50분 동안 흡입하거나 13,000 ppm으로 300분 흡입 시 기니피그는 사망하였다. 5,000 ppm에서 810분 흡입 시 기니피그는 생존하였으나 460-710분에서 중추신경 억제가 발생하였다. 사망한 동물에게서 폐부종 및 울혈이 발견되었다. 5,000 ppm의 메틸프로필 케톤에 1시간 노출 혹은 2,000 ppm의 메틸 프로필 케톤에 8시간 노출 시 없거나 약간의 조직학적 변화를 보였다(ACGHI, 1991).

4) 이외 메틸 프로필 케톤의 급성독성 시험 결과는 다음과 같다.

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
랫드	흡입	Adverse effect observed LC ₅₀ > 25.5 mg/L air	ECHA
랫드	흡입	Lowest published lethal concentration 2,000 ppm/4H	NIOSH
마우스	흡입	lowest published toxic concentration 15,000 mg/m ³ /2H	NIOSH
마우스	흡입	LC50 22,000 mg/m ³ /2H	NIOSH
기니피그	흡입	Lowest published lethal concentration 105,000 mg/m ³ /30M 급성 폐부종, 간 및 신장·요관·방광의 기타변화	NIOSH
기니피그	흡입	Lowest published lethal concentration 13,000 ppm/5H	NIOSH
토끼	흡입	lowest published toxic concentration 1,250 mg/m ³ 퇴행성 변화	NIOSH
고양이	흡입	lowest published toxic concentration 50,000 mg/m ³ 침샘의 구조·기능 변화	NIOSH
포유류 (species unspecified)	흡입	LC ₅₀ 22 gm/m ³	NIOSH
랫드	경구	Adverse effect observed LD ₅₀ 1,600 mg/kg bw	ECHA
랫드	경구	LD ₅₀ 3.73 g/kg	Budavari, S, 1996
랫드	경구	lowest published lethal dose : 3,200 mg/kg	NIOSH
마우스	경구	LD ₅₀ 1,600 mg/kg	NIOSH
포유류 (species unspecified)	경구	LD ₅₀ 3,700 mg/kg	NIOSH
랫드	복강	LD ₅₀ 800 mg/kg	Bingham et al, 2001
마우스	복강	LD ₅₀ 1,600 mg/kg	
토끼	피부	LD ₅₀ 6,500 mg/kg	NIOSH

3.3. 아급성 독성(Subacute Toxicology)

해당 자료없음

3.4. 아만성 독성(Subchronic Toxicology)

메틸 프로필 케톤 251, 753 및 1499 ppm의 노출 농도에 Crl:CD(SD) 랫드를 13 주 동안 주당 5일 기준으로 하루 6시간 동안 전신 흡입 노출시켰다. 모든 노출 그룹 암컷의 코 주변과 안면 부위에 붉은 물질 발생률이 증가하였고, 1,500 ppm 그룹 수컷에서는 사정 플러그(ejaculatory plugs) 수가 증가하였다. 또한, 현미경 소견에서 모든 노출 그룹의 수컷 및 1,500 ppm 그룹 암컷의 비강 레벨 I, 후두 및 갑상선에서 제한적으로 시험물질 관련 형향이 관찰되었지만 유해하지 않은 것으로 간주되었다. 따라서 수컷의 NOEC은 추정되지 않았으며 암컷의 NOEC은 750ppm이었다. NOAEC은 수컷과 암컷 모두 1,500ppm으로 시험된 최고 농도였다.

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
랫드	흡입	~1,500 ppm(5,284 mg/m ³) 독성 변화 없음	ECHA

3.5. 만성독성·발암성(Chronic Toxicology/Cancer Information)

식수에 0.25, 0.50, 1.0% 농도로 섞어 랫드에게 메틸 프로필 케톤을 투여하였다. 평균 일 투여 용량은 10개월간 144 mg/kg이었으며, 13개월간 454 mg/kg이었다. 노출 67일 째에 대조군과 비교하여 1.0% 농도로 인한 부작용은 약간의 체중 감소(9%) 뿐이었다. 임상 증상, 장기 체중, 조직은 정상이었다. 중추 및 말초신경 계에서 신경학적 변화는 관찰되지 않았다(Bingham et al, 2001).

3.6. 생식·발달(발생) 독성(Reproductive/Developmental Toxicology)

구분	동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
생식독성	랫드	흡입	NOAEC 5,000 mg/m ³	ECHA
발달(발생)독성	랫드	흡입	NOAEC 5,284 mg/m ³	ECHA

3.7. 유전독성/변이원성(Genotoxicity, Mutagenicity)

시험법	시험계(종)	시험 결과	참고문헌
복귀돌연변이 시험	Salmonella typhimurium 균주 (TA98, TA100, TA1535, TA1537) Escherichia coli 균주(WP2 uvrA)	100, 333, 1,000, 3,330, 5,000 µg/plate : 음성	ECHA
성염색체 상실 및 비분리	Saccharomyes cerevisiae	13,600 ppm 음성	NOISH

3.8. 그 외 독성 정보(Others)

3.8.1. 피부 자극성·부식성

동물종	시험 결과	참고문헌
기니피그	부작용 관찰됨(자극성)	ECHA
토끼	405 mg에서 약한 자극	NIOSH

3.8.2. 안자극성

동물종	시험 결과	참고문헌
토끼	부작용 관찰됨(자극성)	ECHA

3.8.3. 기타

1) 기타 독성시험연구 결과는 다음과 같다.

동물종	투여경로	시험 결과	참고문헌
랫드	흡입	lowest published toxic concentration 5,000 mg/m ³ /35D- intermittent 졸음(일반적인 우울 행동)	NIOSH
랫드	경구	lowest published toxic concentration 1,074 mg/kg/4D- intermittent 간의 기타변화	NIOSH
랫드	경구	lowest published toxic dose 177,060 mg/kg/52W- intermittent 신장·요관·방광의 기타변화, 출혈	NIOSH

2) ECHA의 독성연구에 따른 DNEL값은 다음과 같다.

노출경로	독성 영향	참고문헌
흡입	일반인구 장기간 DNEL 52.84 mg/m ³ 일반인구 급성 DNEL 264.2 mg/m ³ 근로자 장기간 DNEL 212.42 mg/m ³ 근로자 급성 DNEL 1,062.1 mg/m ³	ECHA
경피	일반인구 장기간 DNEL 15.19 mg/kg bw/day 일반인구 급성 DNEL - (낮은 유해성) 근로자 장기간 DNEL 20.18 mg/kg bw/day 근로자 급성 DNEL - (낮은 유해성)	
경구	일반인구 장기간 DNEL 15.19 mg/kg bw/day 일반인구 급성 DNEL - (낮은 유해성)	

4. 유해성 분류(Hazard Classification)

유해성·위험성 분류	인화성 액체 : 구분2 급성 독성(경구) : 구분4 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2(2A/2B)
예방조치문구를 포함한 경고표지 항목	- 그림문자  - 유해·위험문구 H225 : 고인화성 액체 및 증기 H302 : 삼키면 유해함 H319 : 눈에 심한 자극을 일으킴 - 예방조치문구 · 예방 P210 : 열, 고온의 표면, 스파크, 화염 및 그 밖의 점화원으로부터 멀리하십시오. 금연 P233 : 용기를 단단히 밀폐하십시오. P240 : 용기와 수용설비를 접지하십시오. P241 : 방폭형[전기/환기/조명/...]설비를 사용하십시오. P242 : 스파크가 발생하지 않는 도구를 사용하십시오. P243 : 정전기 방지 조치를 취하십시오. P264 : 취급 후에는...을(를) 철저히 씻으십시오. P270 : 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마십시오. P280 : 보호장갑/보호의/보안경/안면보호구를(을) 착용하십시오. · 대응 P301+P312 : 삼켰다면: 불편함을 느끼면 의료기관/의사/...의 진찰을 받으십시오. P303+P361+P353 : 피부(또는 머리카락)에 묻으면: 오염된 모든 의류를 즉시 벗으십시오. 피부를 물로 씻으십시오[또는 샤워하십시오]. P305+P351+P338 : 눈에 묻으면: 몇 분간 물로 조심해서 씻으십시오. 가능하면 콘택트렌즈를 제거하십시오. 계속 씻으십시오. P330 : 입을 씻어내십시오. P337+P313 : 눈에 자극이 지속되면: 의학적인 조치/조언을 받으십시오. P370+P378 : 화재 시: 불을 끄기 위해...을(를) 사용하십시오. · 저장 P403+P235 : 환기가 잘 되는 곳에 보관하십시오. 저온으로 유지하십시오. · 폐기 P501 : 폐기물 관련 법령에 따라 내용물/용기를 폐기하십시오

유해성·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해성·위험성	자료없음
참고문헌	안전보건공단 화학물질정보

5. 규제 및 관리(Regulation&Management)

국가	기관	내용
한국	고용노동부	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 노출기준설정물질 : TWA 200 ppm, STEL 250 ppm
	환경부	기존화학물질(KE-28009)
미국	OSHA	PEL 8-TWA 200 ppm (700 mg/m ³)
	NIOSH	REL 10-TWA 150 ppm (530 mg/m ³) IDLH 1500 ppm
	ACGIH	STEL 150 ppm
EU	ECHA	위험물(내륙운송)

6. 결론 및 제언(Conclusion&Discussion)

메틸 프로필 케톤의 문헌정보 조사를 통하여 독성 정도를 확인하였다.

급성 흡입독성시험 결과는 LC_{50} 25.5 mg/L(랫드)로 나타났으며, 이외에도 마우스, 기니피그, 토끼 등 다양한 동물 및 여러 농도에서 수행되어 기존 자료로 충분한 것으로 판단되었다. 아만성 흡입독성시험(랫드) 결과 NOAEC 1,500 ppm(5,284 mg/m³)이었으며, 만성 경구독성시험 결과 부작용은 약간의 체중 감소만 나타났다. 사람에서의 안구, 피부, 호흡기 자극을 기반으로 노출기준이 설정되어 있으며, 동물에서 노출기준 이상의 농도에서 충분히 유해성에 대해 확인된 것으로 판단된다.

위 결과를 종합하여, 메틸 프로필 케톤의 추가적인 흡입독성시험의 수행은 의미가 낮을 것으로 판단하였다.

참고문헌

1. 국립환경과학원 화학물질정보시스템(NCIS). Available from: <https://ncis.nier.go.kr/> [2022.9.7. 인용]
2. 식품의약품안전처. 식품첨가물의 기준 및 규격(식품의약품안전처고시 제 2022-55호, 2022.8.10.)
3. 식품의약품안전평가원 독성정보제공시스템(Tox-Info). Available from: <https://www.nifds.go.kr/toxinfo/tcd/info/tcdDetailPop.do?toxicCode=T0571653213813#DivTitleA> [2022.9.7. 인용]
4. 안전보건공단 화학물질정보. Available from: <https://msds.kosha.or.kr/MSDSInfo/> [2022.9.7. 인용]
5. 화학물질안전원. 2018 화학물질 통계조사.
6. 환경부. 기존화학물질 사전신고 결과 공개('22.8). Available from: https://me.go.kr/home/web/public_info/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=all&searchValue=&menuId=10123&orgCd=&condition.deleteYn=N&publicInfold=1153&menuId=10123 [2022.9.7. 인용]
7. American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH), Inc. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 6th ed. Volumes I, II, III. Cincinnati, OH: ACGIH, 1991., p. 1036
8. Bingham, E.; Cohrssen, B.; Powell, C.H.; Patty's Toxicology Volumes 1-9 5th ed. John Wiley & Sons. New York, N.Y. (2001), p. 6:161
9. Browning, E. Toxicity and Metabolism of Industrial Solvents. New York: American Elsevier, 1965., p. 426
10. Budavari, S. (ed.). The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals,

Drugs, and Biologicals. Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc., 1996., p. 1043] **PEER REVIEWED**

11. CompTox Chemicals Dashboard. Available from: <https://comptox.epa.gov/dashboard/chemical/details/DTXSID0021888> [2022.9.7. 인용]
12. Dieter Stoye (2007), "Solvents", Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (7th ed.), Wiley, pp. 55–56
13. European Chemicals Agency(ECHA). Available from: <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.003.208> [2022.9.7. 인용]
14. Grant, W.M. Toxicology of the Eye. 3rd ed. Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher, 1986., p. 626
15. National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH). Available from: <https://www.cdc.gov/niosh-rtecs/SA7829B8.html>[2022.9.7. 인용]
16. Occupational Safety and Health Administration(OSHA); 2-Pentanone (Methyl Propyl Ketone). Comments from the January 19, 1989 Final Rule on Air Contaminants Project extracted from 54FR2332 et. seq.
17. PubChem. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7895> [2022.9.7. 인용]
18. Sittig, M. Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens, 2002. 4th ed.Vol 1 A-H Norwich, NY: Noyes Publications, 2002., p. 1808