

Eppendorf Research® 3 neo 피펫: 인체공학과 신뢰성의 만남

Dr. Dörte Lehmann, Eppendorf SE, Hamburg, Germany

Executive Summary

Eppendorf Research® 3 neo 피펫은 다양한 기능을 통해 효율성과 사용자 편의성을 향상시키도록 설계되었으며, 피펫팅 작업에서 뛰어난 적응성과 기능성을 제공합니다. 이 white paper에서는 볼륨 조절 기어 시프트와 같은 핵심 기능을 살펴봅니다. 이 이중 속도 메커니즘은 사용자가 “빠른(fast)” 모드와 “편안한(easy)” 모드 중에서 선택하여 피펫 볼륨 변경 시 속도나 편의성 중 하나를 최적화할 수 있도록 합니다. 뿐만 아니라, 사용자는 일시적인 볼륨 조정 기능(temporary adjustment) 및 새로운 ColorTag 마킹 링을 통해 보다 유연하고 효율적인 피펫 활용이 가능합니다. 또한 더 짧아진 작동 버튼은 인체공학적인 그립과 조작감을 개선하고, 볼륨 잠금 장치(volume lock)는 의도치 않은 설정 변경을 방지합니다. 수동 조작 부담을 줄이고 사용성을 향상함으로써, Research 3 neo는 피펫 디자인의 새로운 기준을 제시하며 다양한 응용 분야에서 안정적인 성능을 보장합니다.



Introduction

최근 들어 연구실에서는 효율성, 적응성, 그리고 사용자 편의성을 동시에 갖춘 장비에 대한 요구가 끊임없이 증가하고 있습니다. 과학 연구가 발전함에 따라, 이러한 변화하는 요구를 뒷받침할 수 있는 도구의 필요성 역시 함께 커지고 있습니다.

Eppendorf Research® 3 neo 피펫은 이러한 요구에 부응하여 등장한 제품으로, 사용자 중심 설계와 운용상의 다재다능함을 강조하는 새로운 세대의 피펫팅 기술을 구현한 장비입니다. Research 3 neo는 단순한 피펫이

아니며, 세심한 장비 설계와 기능 개선을 통해 실험실 연구자들의 작업 환경을 향상시키려는 Eppendorf의 지속적인 노력을 반영합니다. 볼륨 조절 기어 시프트 메커니즘과 폭넓은 사용자 맞춤 옵션과 같은 기능을 통합함으로써, 이 피펫은 전 세계 다양한 연구자들의 여러 요구를 충족합니다. 본 백서에서는 Research 3 neo의 실용적인 기능을 살펴보고, 그 설계와 기능성이 실험실 작업을 어떻게 더 쉽고, 더 효율적이며, 더 편안하게 만들어 줄 수 있는지에 초점을 맞춥니다.

New features of Eppendorf Research 3 neo pipettes

Research 3 neo 피펫에는 기능성과 사용자 경험을 모두 향상시키는 여러 새로운 특징이 적용되어 있습니다. 그중에서도 듀얼 속도 볼륨 조절 메커니즘은 돋보이는 요소로, “fast” 모드와 “easy” 모드를 제공하여 서로 다른 피펫팅 선호도를 충족합니다.

이를 보완하는 요소로 더 짧아진 작동 버튼이 도입되어, 사용 중 부담을 줄여 피펫의 인체공학적 설계를 한층 강화합니다. 여기에 볼륨 잠금 기능이 추가되어 실수로 설정이 변경되는 것을 방지함으로써, 실험의 일관성과 신뢰성을 더욱 보장합니다.

또한 Eppendorf는 Research 3 neo와 함께 ColorTag 마킹 링을 도입하여, 사용자가 모든 Eppendorf 피펫과 디스펜서를 쉽고 직관적으로 식별·정리할 수 있도록 개별 장비를 개인화할 수 있게 했습니다.

이러한 기능들은 빠른 설정 변경, 인체공학적 조작성, 안정적인 볼륨 설정 등 사용자의 선호에 맞추어 피펫팅 경험을 유연하게 조정할 수 있도록 해주며, Research 3 neo를 어떤 실험실 환경에서도 다재다능하고 사용자 친화적인 선택지로 만들어 줍니다.



Volume 변경 및 기어 시프트



Volume lock



짧아진 작동 버튼



인체공학적 디자인



ColorTag 마킹 링

Figure 1: Research 3 neo 의 새로운 특징들

Enhancing efficiency and accuracy: Adaptable features of the Research 3 neo

새로운 Research 3 neo 피펫은 기존의 표시 및 라벨링 방식의 한계를 넘어서는 다양한 커스터마이징 옵션을 제공합니다. 이전까지는 사용자가 직접 만든 라벨이나, 표시를 위한 지정된 영역에만 커스터마이징이 제한되어 있었습니다.

그러나 Research 3 neo는 이러한 가능성을 확장하여, 사용자가 각자의 선호와 요구사항에 맞게 피펫을 더욱 다양하게 맞춤 설정할 수 있도록 합니다.

본 섹션에서는 사용자가 자신의 피펫을 개인화할 수 있게 해주는 이러한 혁신적인 기능들을 살펴봅니다.

1. 볼륨 기어 시프트: 더 빠른, 또는 더 가벼운 볼륨 변경

최신 세대의 에어 쿠션 피펫은 기어 시프트와 같은 듀얼 속도 볼륨 조절 메커니즘을 탑재하고 있어, 다양한 피펫팅 요구와 선호를 충족합니다. 이를 통해 사용자는 “fast” 모드와 “easy” 모드 사이를 자유롭게 전환할 수 있습니다.

“fast” 모드에서는 사용자가 훨씬 적은 회전 수로 볼륨을 조절할 수 있어, 개인의 조절 습관에 따라 최대 40%까지 시간과 노동력을 절약할 수 있습니다. 예를 들어, 1000 μ L 모델에서 100 μ L에서 최댓값까지 조절할 때, 기존 Research plus 피펫이 약 9회 회전이 필요한 반면, 새로운 메커니즘에서는 5회만 회전하면 됩니다.

이와 같은 효율성은 그림 2에 나타나 있으며, 새로운 메커니즘을 통해 회전 수가 줄어들어 따라 시간 절약과 수동 조작 부담 감소 효과가 어떻게 나타나는지를 보여 줍니다. 반대로, “easy” 모드는 사용자 편의성과 사용감을 중시하여 설계되었으며, 특히 장기간 피펫팅을 하거나 소량의 볼륨 조절을 자주 진행하는 경우 유용합니다. 이 모드는 볼륨 조절 버튼을 돌리는 데 필요한 토크(회전 시 필요한 힘)를 50% 줄여 주며(그림 3 참고), 한 손으로도 조작하기 용이하고 작업하는 손에 가해지는 부담을 줄여 줍니다.

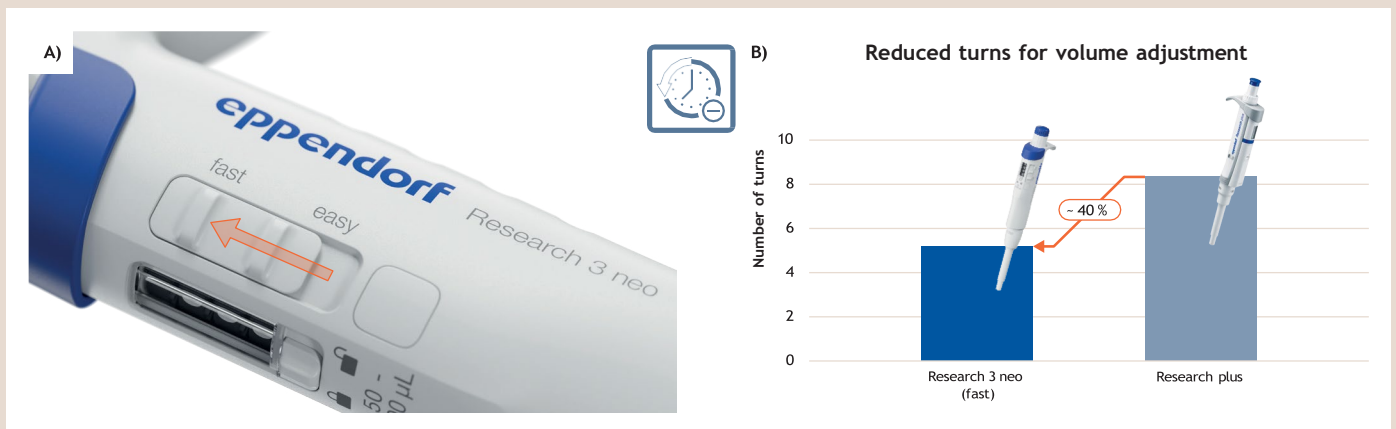


Figure 2: Research 3 neo의 시간을 절약하는 볼륨 변경 모드:

A) “fast” 모드에서는 볼륨 조절 시 필요한 회전 수가 적어, 더 빠르게 설정을 변경할 수 있습니다. B) 1000 μ L Research 3 neo와 Research plus 모델 간 비교. 1000 μ L에서 100 μ L로, 또는 그 반대로 조절 시 Research plus는 8.5회 회전이 필요한 반면 Research 3 neo는 5.2회 회전으로 가능하며, 회전 수가 약 40% 감소했습니다.

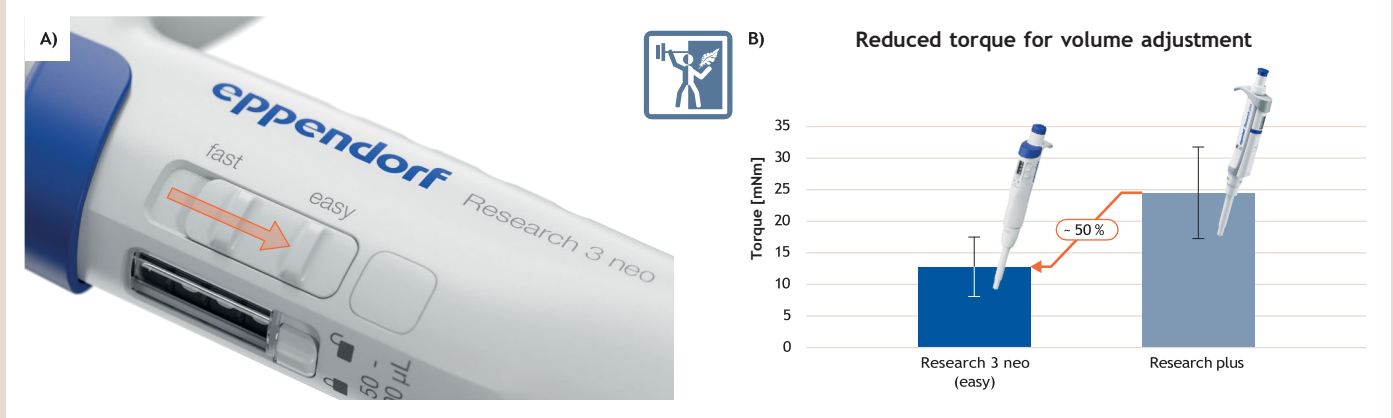


Figure 3: Research 3 neo의 힘을 적게 들이는 볼륨 변경 모드:

A) “easy” 모드에서는 볼륨 조절에 필요한 힘이 더 적어 한 손 조작에 적합합니다. B) 볼륨 조절 시 토크 비교 Research 3 neo와 Research plus 1000 μ L 모델 비교 결과, Research 3 neo에서 약 50% 적은 힘으로 볼륨 조절이 가능합니다. (정격 용량의 10%에서 100% 볼륨까지, 그리고 그 반대 방향으로 볼륨을 조절할 때 필요한 토크의 평균값을 측정하였으며, 모든 용량 모델에 대해 $n \geq 3$ 개의 피펫으로 시험했습니다. 약 50%의 평균 힘 감소 수치는 다른 용량 모델에도 동일하게 적용되었습니다(데이터 미기재).

살짝만 돌려도 충분합니다: Research 3 neo의 토크를 일상적인 동작과 비교하면?

Research 3 neo의 “easy” 모드에서 볼륨을 조절할 때 필요한 낮은 토크의 수준을 이해하기 쉽게 보여주기 위해, 그림 4에서는 이를 일상적인 동작과 그에 필요한 힘과 비교하였습니다. 이 비교를 통해 Research 3 neo의 볼륨 조절이 도표에 제시된 활동들 가운데 가장 적은 힘을 요구함을 알 수 있습니다. 또한

Research 3 neo에 필요한 토크는 Research plus 모델보다 눈에 띄게 낮으며, 조명 스위치를 돌리는 데 필요한 힘의 5분의 1 이하 수준이고, 플라스틱 병을 여는 것보다도 50% 이상 더 적은 힘으로 조절할 수 있습니다.

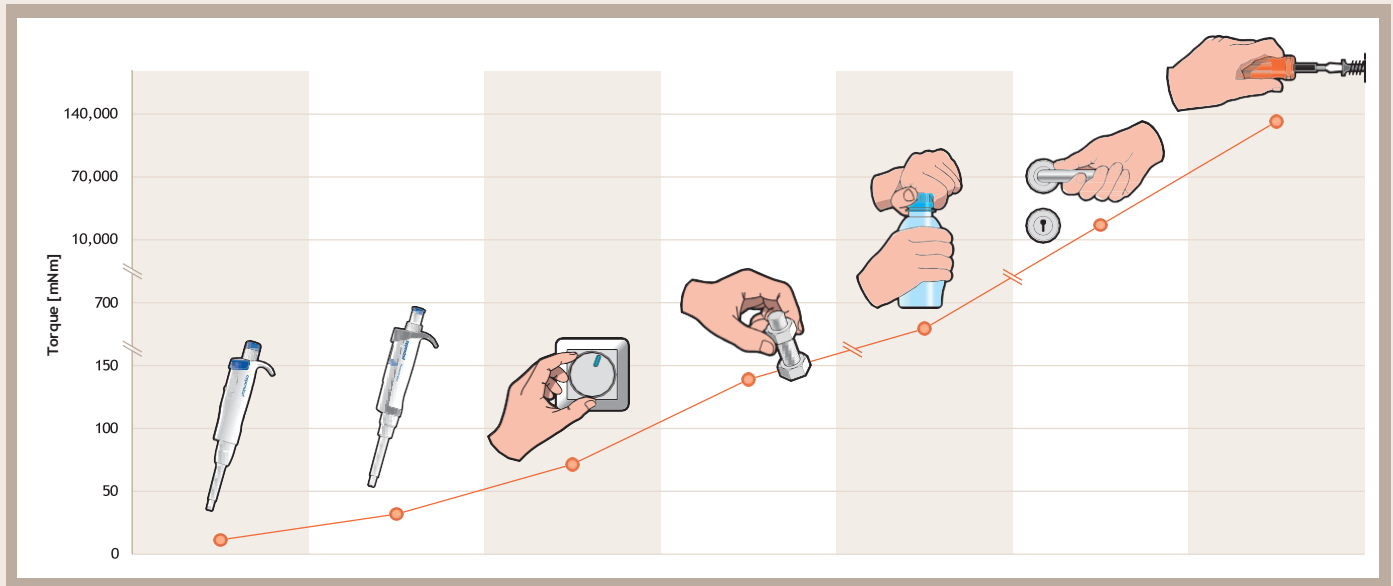


Figure 4: 일상적인 활동과 Research 3 neo 볼륨 조절 간 토크 비교

이 도표는 “easy” 모드에서 Research 3 neo의 볼륨을 조절할 때 필요한 힘을 조명 스위치 돌리기[1], 너트와 볼트 조이기[2], 플라스틱 병 열기[3], 문 손잡이 돌리기[4], 나사 조이기[5] 등 다양한 일상 활동 시 필요한 힘과 비교한 것입니다. 표시된 값은 대략적인 수치이며, 재질, 제품의 사용 연수, 유지관리 상태 등 구체적인 상황에 따라 달라질 수 있습니다.

이에 따라 볼륨 조절 기어 시프트는 다양한 응용 분야에서 사용자 편의성을 높여 주는 다재다능한 솔루션을 제공하며, Research 3 neo가 단순히 정밀한 도구를 넘어 인체공학적으로도 우수한 피펫임을 보장합니다. 사용자는 개인 선호에 따라 “fast”와 “easy” 모드 사이를 전환하거나, 한 가지 기어를 선택하여 사용할 수 있습니다.

2. 쉬운 피펫 구별:

ColorTag 피펫 마킹 링으로 나의 피펫을 표시할 수 있습니다
새로운 Eppendorf ColorTag 마킹 링(그림 5)은 실험실 장비를 체계적으로 정리할 수 있는 다재다능하고 사용자 맞춤형 가능한 솔루션을 제공합니다. 여섯 가지 서로 다른 크기와 열두 가지 선명한 색상으로 제공되는 이 유연한 실리콘 링은 다양한 Eppendorf 제품과 호환됩니다(호환성 표 참조). 동봉된 표에는 각 ColorTag 크기에 적합한 피펫 모델의 예시가 나와 있지만, 그 활용 범위는 피펫을 넘어 Multipipette® M4 및 E3/E3x 멀티 디스펜서, Varispenser® 2/2x 바틀탑 디스펜서 등 여러 장비로 확장됩니다.

ColorTag 마킹 링은 유연한 라벨링 시스템을 제공하여, 사용자가 특정 응용 분야, 실험실 환경, 또는 개인 사용자별로 피펫과 장비에 색상을 부여해 구분할 수 있도록 해 줍니다.



Figure 5: 쉬운 라벨링과 식별을 위한 ColorTag 마킹 링

Eppendorf ColorTag 마킹 링은 빠른 피펫 식별을 위해 다양한 색상으로 제공되며, 실험실의 효율성과 정리·정돈을 향상시키는 데 도움을 줍니다.

장비별로 색상을 지정하면 실험실 구성원들이 필요한 도구를 빠르게 식별하고 사용할 수 있어, 찾는 시간을 줄이고 오류도 최소화할 수 있습니다. 마킹 링은 긴 팁 사용이나 다루기 까다로운 액체를 더 정확하게 피펫팅하기 위해 일시적인 조정이 이루어졌는지를 표시하는 용도로도 사용할 수 있습니다. 또한 ColorTag 마킹 링 표면에 글씨를 써서 다음 검교정 예정일을 표시하거나, 해당 피펫의 사용 용도를 명시하는 등 실험실 내 정리와 효율성을 더욱 높일 수 있습니다. 중요한 점은 ColorTag 링이 오토클레이브, 자외선(UV) 조사, H₂O₂ 가스 멸균을 견딜 수 있도록 설계되어 멸균 환경에서도 내구성과 안전성을 보장한다는 것입니다.

Table 1: ColorTag specifications

이 표는 사용 가능한 ColorTag 마킹 링에 대해, 각기 다른 크기와 Eppendorf 에어 쿠션 피펫과의 호환성, 그리고 색상 옵션을 개괄적으로 보여 줍니다.

ColorTag size [mm]	ColorTag compatibility (examples)
19	single-channel lower part up to 1,000 µL
24	single-channel lower part 2 mL and single-channel or multi-channel upper part
27	single-channel lower part 5 mL
34	single-channel lower part 10 mL
50	8- and 16-channel lower part
73	16- and 24-channel lower part

Available in 12 colors

light blue	light green	light green
neon blue	neon green	neon yellow
light orange	light pink	light violet
neon orange	neon pink	neon magenta

3. 임시 볼륨 조정 기능:

특정 조건에 맞게 피펫을 최적화하세요

정밀도와 정확도는 일반적으로 20°C의 물을 기준으로 측정되지만, Research 3 neo는 사용자가 임시 조정을 통해 피펫을 용액에 맞게 최적화할 수 있도록 해 줍니다. 이 기능은 기존 Research plus 피펫에서 한층 업그레이드된 것입니다. 손쉽게 접근 가능한 조정 오프닝과 동봉된 도구를 사용하면, 긴 팁 사용, 리버스 피펫팅, 특수 물성을 가진 액체 취급 등 특정 상황에서 피펫팅 정확도를 높일 수 있습니다. 이 조정 과정은 그림 6에 나와 있으며, 사용 설명서에 자세히 설명되어 있습니다. 조정 오프닝 아래의 창에 표시되는 숫자를 통해 변경 사항을 확인할 수 있습니다. 일체형 조정 커버는 피펫 하우징에 단단히 고정되어 있으며, 동봉된 도구를 사용해 쉽게 열 수 있어 조작이 더욱 간편해졌습니다. 이 구조는 힌지 캡이 분실되지 않도록 하고, 일시 조정 후에도 단단히 닫히도록 보장합니다.

임시 조정 기능의 눈에 띄는 특징은, 조정 휠을 0으로 다시 돌리면 원래 설정으로 되돌릴 수 있다는 점입니다. 여기에 ColorTag 마킹 링을 함께 사용하면, 이러한 조정 사항을 멀리서도 즉각적으로 식별할 수 있습니다.



Figure 6: Research 3 neo의 임시 조정 기능을 보여 주는 도식, 아래쪽 창에는 수행된 조정 값을 숫자로 표시합니다. 동봉된 도구가 조정 오프닝에 삽입된 모습이 나타나 있으며, 이를 이용해 임시 볼륨 설정을 변경할 수 있습니다. 인디케이터를 0으로 되돌리면 피펫은 원래의 교정 상태로 복원됩니다.

사용자 편의성 향상:

Research 3 neo의 인체공학적 설계

인체공학의 관점에서, 장시간 사용 시 피로, 불편함, 부담을 최소화하면서도 효율성과 조작성은 향상시키는 피펫을 설계하는 것은 매우 중요합니다.

1. 물리적 부담 최소화 및 업무 최적화

앞서 설명한 기어 시프트 시스템은 볼륨 조절 시 필요한 토크를 낮춰 물리적 부담을 줄여 줍니다. Eppendorf Research 3 neo 피펫의 혁신적인 설계는 Research plus 피펫의 검증된 성능과 결합되었습니다. 그림 7에서 볼 수 있듯이, Research 3 neo의 피펫팅, 블로우아웃, 팁 이젝션 힘은 Research plus와 동일한 수준으로 유지되어 사용자에게 익숙한 사용감을 제공합니다. 피펫팅, 블로우아웃, 팁 배출 시 요구되는 낮은 작동 힘은 사용자 편의성과 작업 효율을 크게 향상시키며, 이는 유럽 표준 EN 1005-3:2002+A1:2008 [6]에 명시된 권장 힘 한계와도 부합합니다.

또한 1st stop과 2nd stop 간 명확한 힘의 구분은 사용자의 우려를 줄여 주며, 낮은 작동 힘과 결합되어 사용자가 주변 요소를 덜 의식하고 작업에 집중할 수 있도록 돕습니다. 이는 효율성과 집중을 중시하는 인체공학 원칙과도 일치합니다 [7].

정리: Pipetting, blow-out, ejection force란?

- > **Pipetting force:** 이는 작동 버튼을 첫 번째 멈추는 지점(1st stop)까지 누를 때 필요한 힘으로, 장착된 팁 안으로 액체를 흡입한 후 이를 다른 용기에 분주할 때 필요합니다.
- > **Blow-out force:** 액체를 분주한 후 피펫 팁을 완전히 비우기 위해 필요한 힘입니다. 사용자는 작동 버튼을 두 번째 멈추는 지점(2nd stop)까지 누르게 됩니다. 이 힘은 피펫팅 힘보다 크며, Research 3 neo는 1st stop과 2nd stop 사이의 힘 차이를 제공하여 직관적인 분주를 돕습니다.
- > **Ejection force:** 팁 이젝터 버튼을 눌러 피펫 팁을 버릴 때 사용되는 힘입니다. Eppendorf의 이전 피펫 모델에서도 잘 알려진 스프링 장착 팁 콘 구조는 팁 장착 시 필요한 추가 힘을 보상에 줍니다. 이를 통해 피펫에 팁을 적은 힘으로도 단단히 부착하는 동시에, 팁을 배출할 때 필요한 힘을 줄여 줍니다.

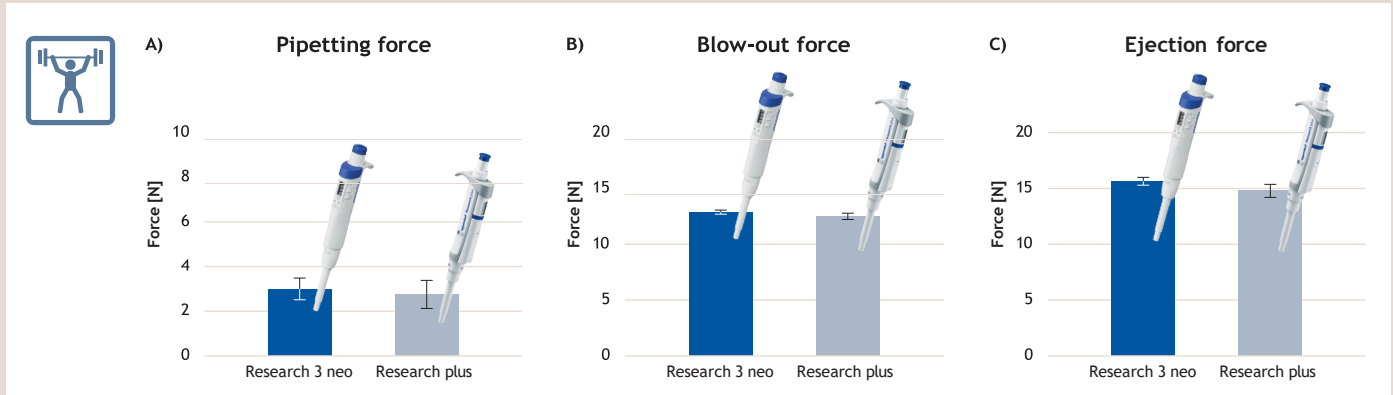


Figure 7: Research 3 neo와 Research plus의 작동 및 이젝션 힘 비교

Research 3 neo와 Research plus 피펫 모델 간의 피펫팅(a), 블로우아웃(b), 이젝션 힘(c)을 비교한 결과입니다. 피펫팅 및 블로우아웃 힘은 Sauter Force Gauge FH100을 사용하여 측정했으며, 3개 이상 피펫의 데이터를 평균한 값입니다. 이젝션 힘은 각 피펫에 ep Dualfilter T.I.P.S.® SealMax® 팁을 장착한 상태에서 목표 장착 힘 50 N 조건으로 Zwick 힘 변환기를 사용해 평가했으며, 3개 피펫의 평균값을 사용했습니다.

살짝만 눌러도 충분합니다: Research 3 neo의 작동 힘을 일상 동작과 비교하면?

작동 및 이젝션에 필요한 힘이 얼마나 작은지 실감할 수 있도록, 그림 8에서는 일상적인 동작과 그에 필요한 힘을 Research 3 neo와 비교해 보여 줍니다. 이 도표에서 볼 수 있듯이, Research 3 neo로 피펫팅하는 데 필요한 힘은 전등 스위치를 켜는 것만큼이나 미미한 수준입니다. 블로우아웃과 팁 이젝션은 피펫팅보다는 약간 더 많은 힘이

필요하지만, 인슐린 펜을 사용하는 것과 비슷한 정도에 해당합니다. 전반적으로 Research 3 neo는 피펫팅 완료 지점과 블로우아웃 시작 지점 사이의 스톱 등 서로 다른 작동 단계를 사용자가 쉽게 구분할 수 있도록 세심하게 설계되었으며, 스프링 장착 팁 콘 구조를 통해 팁 이젝션에 필요한 힘도 줄여 줍니다.

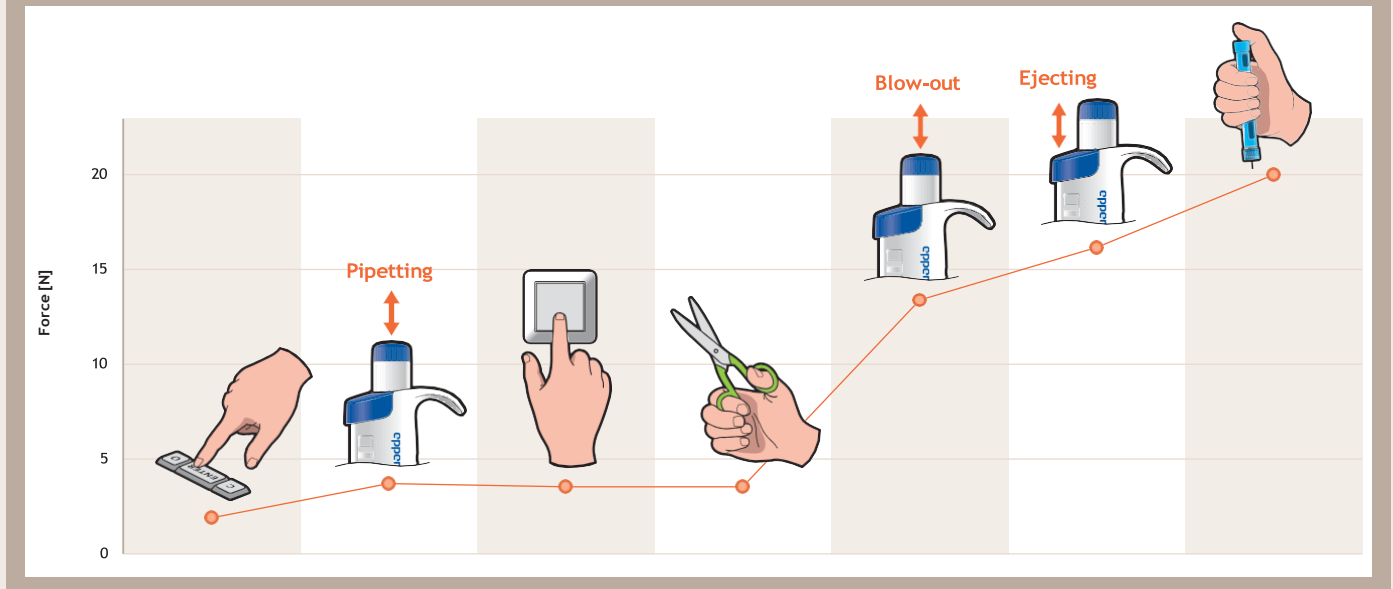


Figure 8: Research 3 neo와 일상적인 동작의 힘 비교

이 도표는 Research 3 neo로 피펫팅, 블로우아웃, 팁 이젝션을 수행할 때 필요한 힘을 일상적인 동작과 비교한 것입니다. Research 3 neo로 피펫팅하는 데 필요한 힘은 전등 스위치를 켜는 동작[8], 가위를 사용하는 동작[9], 혹은 키보드 버튼을 누르는 것보다 약간 더 큰 정도[10]에 불과하며, 블로우아웃과 팁 이젝션에 필요한 힘은 인슐린 펜을 사용하는 데 필요한 힘[11][12]보다도 적습니다. 표시한 값은 대략적인 수치이며, 개별적인 상황에 따라 달라질 수 있습니다.

2. 편안함, 조작성 및 버튼 접근성 향상

Research 3 neo는 피펫팅과 볼륨 조절 기능을 하나의 버튼에 통합하여 별도의 볼륨 조절 다이얼이 없는 새로운 작동 개념을 도입했습니다(그림 9).

이와 같은 재구성된 디자인은 손가락 걸이(finger hook)와 작동 버튼 상단 사이의 거리를 크게 줄여, 엄지가 버튼에 더 쉽게 닿도록 하고 그림 10에서 보이듯이 어색하거나 부자연스러운 손 모양을 최소화합니다. 이를 통해 사용자는 하나의 버튼만으로 볼륨 조절과 피펫팅을 모두 손쉽게 제어할 수 있습니다.



Figure 9: 볼륨 조절 기능이 통합된 피펫팅 버튼

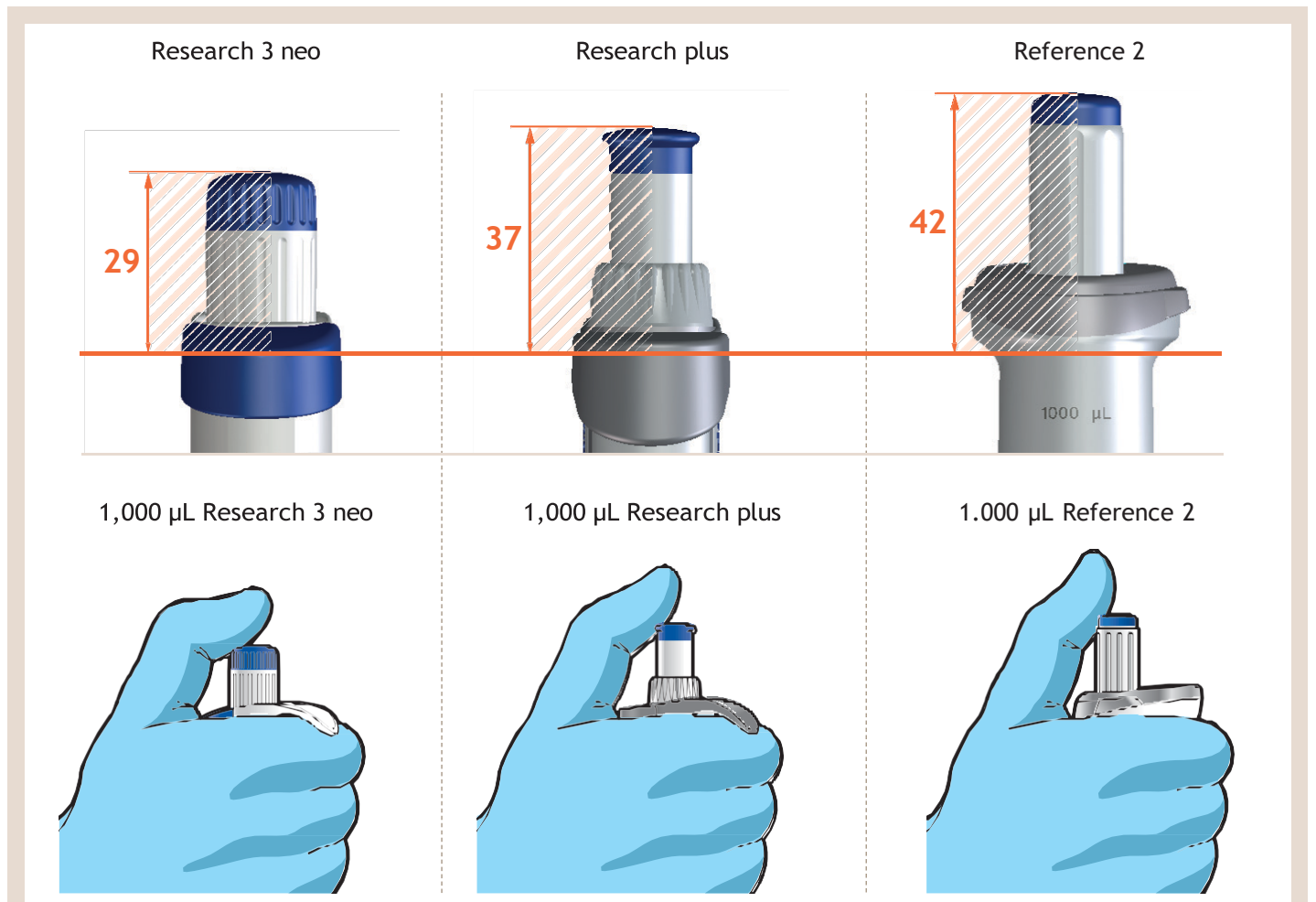


Figure 10: 작동 버튼의 이동 거리 감소

이 도해는 Research 3 neo, Research plus, Reference 2 피펫 모델에서 손가락 걸이와 작동 버튼 상단 사이의 거리를 보여줍니다. Research 3 neo는 피펫팅과 볼륨 조절 기능을 하나의 버튼에 통합함으로써 버튼까지의 거리를 더 짧게 구현한 반면, Research plus는 이 두 기능에 대해 별도의 작동 요소를 사용합니다. 이에 대비해 Reference 2는 피펫팅, 볼륨 조절, 팁 이젝션 기능을 모두 하나의 버튼에 통합한 구조를 가지고 있습니다. 이러한 설계 개선을 통해 사용자는 버튼이 최대 용량으로 설정되어 있을 때에도 보다 편안하게 피펫팅을 수행할 수 있습니다.

볼륨 잠금 기능(Figure 11)은 설정 값이 의도치 않게 변경되는 것을 방지하고, 사용자가 볼륨을 자주 확인해야 하는 번거로움을 줄여 워크플로우가 끊기는 일을 최소화합니다. 이는 작업 중 사용자 신뢰감을 높이고 스트레스를 줄이려는 인체공학적 목표와도 맞닿아 있습니다. 또한 분리된 이젝터 버튼 설계로 인해 디스펜싱 중 팁이 배출되는 일이 없으며, 이러한 두 기능은 작업 중 방해 요소를 줄여 지속적인 주의 집중을 돕습니다 [13].

더불어 Research 3 neo는 수동 세척 시 유지관리가 한층 간편해졌습니다. 하부는 쉽게 분리할 수 있고, 상·하부에 일치하는 시리얼 번호가 표기되어 있어 재조립도 수월합니다. Research 3 neo 피펫은 Research plus 피펫의 가벼운 무게 특성을 유지하면서, 새로운 인체공학적 곡선 디자인을 도입했습니다. 넉넉한 크기의 버튼과 부드러운 모서리는 조작을 한층 용이하게 해 주며, 확대된 볼륨 창에는 네 자리 숫자가 크게 표시되어 작동 중 볼륨을 쉽게 확인할 수 있어 사용자의 부담을 추가로 줄여 줍니다 [14,15].

3. 사용 경험 개선 및 적응성 향상

Research 3 neo 피펫은 색상으로 구분된 팁 이젝터와 작동 버튼을 탑재하여, 해당 팁과의 매칭을 빠르게 인지할 수 있도록 해 줍니다. 여기에 ColorTag 마킹 링을 통합함으로써 라벨링 기능이 한층 강화되어, 장비를 쉽게 식별할 수 있고 실험실 관리가 쉬워집니다. 이러한 기능들은 실험실의 효율성을 높이고자 도입되었습니다.

또한 피펫 디자인은 왼손잡이와 오른손잡이 모두에 적합하도록 설계되어, 적응성이 뛰어납니다. 다양한 피펫팅 요구에 대응할 수 있도록 임시적인 조정을 허용하여, 사용자 선호와 실험 조건에 맞게 피펫을 유연하게 설정할 수 있습니다. 다양한 경우에 손쉬운 조작과 편안한 사용감을 제공합니다.



Figure 11: Research 3 neo의 volume lock 기능

토글을 오른쪽으로 밀면 볼륨을 조절할 수 있고(잠금 해제 아이콘), 왼쪽으로 밀면 볼륨이 고정됩니다(잠금 아이콘).

일관된 성능: Research 3 neo의 신뢰성

인체공학적 설계에서 신뢰성과 일관성은 사용자에게 도구가 제대로 작동한다는 확신을 주고 불안을 줄여 준다는 점에서 매우 중요합니다. 일관된 성능은 오류와 워크플로우 중단을 최소화하여 작업 효율을 유지하는 데 기여합니다.

1. 종합적인 테스트를 통한 신뢰성 평가

신뢰성과 일관성을 중시하는 인체공학적 설계 철학을 바탕으로, Eppendorf는 Research 3 neo의 고급 설계를 통해 이러한 원칙에 대한 의지를 분명히 보여줍니다. Eppendorf의 신뢰성에 대한 노력은 전형적인 사용 환경에서 5년에 해당하는 조건을 모사한 엄격한 시험을 통해 더욱 잘 드러납니다. 다만, 이는 피펫이 5년 이상 사용되지 못한다는 의미가 아니라, 최소한 이 기간까지를 대상으로 테스트했다는 뜻입니다. 실제로 Eppendorf 교정 서비스에서는 20년 이상 사용된 피펫이 여전히 작동하는 사례도 종종 발견됩니다.

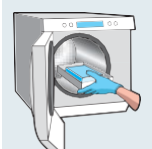
이러한 광범위한 시험 항목은 표 2에 자세히 제시되어 있으며, 모든 볼륨 모델과 여러 대의 피펫을 대상으로 수행된 평가 내용을 보여 줍니다. 시험에서는 작동 힘, 이젝션 힘, 토크, 볼륨 잠금 기능, 그리고 중량 분석 기반 성능(중량 분석 성능이란 피펫이 분주한 액체의 무게를 기준으로 정확도를 평가하는 방식)을 면밀히 검증하여, Research 3 neo가 수명 전반에 걸쳐 높은 수준의 내구성과 신뢰성을 지속적으로 유지하도록 하고 있습니다.

이러한 평가의 철저함을 보여 주기 위해, 그림 12에서는 10개가 넘는 신뢰성 시험 중 단 하나의 예만을, 그것도 특정 볼륨 모델에 대해서만 제시하고 있습니다. 명시된 바와 같이, 이 시험은 모든 볼륨 모델에 대해 수행되며, 그만큼 평가가 매우 집약적으로 이루어지고 있음을 보여 줍니다.

피펫팅 및 블로우아웃과 같은 작동 힘은 5년에 걸친 사용 동안 안정성을 확인하기 위해 지속적으로 모니터링됩니다. 작동 버튼을 40,000회, 80,000회, 120,000회, 200,000회 누르는 시점마다 힘을 평가하며, 피펫은 사전에 설정된 허용 범위 내에서 성능을 유지해야 합니다.

Table 2: 신뢰성 테스트

이 표는 Research 3 neo 피펫에 대해 수행된 핵심 신뢰성 시험을 정리한 것입니다. 각 시험은 피펫이 평균 5년 동안 사용되는 동안 실제로 경험할 수 있는 조건을 모사합니다. 시험별 사이클 수는 실제 실험실 환경에서 피펫의 내구성과 신뢰성을 확보하기 위해 Eppendorf가 적용하는 엄격한 기준을 반영합니다. 또한 이 시험 사이클을 넘어서 이후에도 피펫은 계속 정상적으로 작동하며 규격 내 성능을 유지한다는 점이 중요합니다.

	Number of cycles	Reliability tests		Number of cycles	Reliability tests
	200,000	Usage of operating button - Pipetting & blow-out		250	Pulling off the ejector sleeve
	100,000	Tip attachment & ejection		250	Detach & re-attachment of lower part
	26,000	Volume adjustment		175	Autoclave cycles (121 °C, 1 bar, 20 min)
	10,400	Gear shift adjustment	> Additional tests: Drop tests, exposure to UV light, vaporized H ₂ O ₂ , and climate variations		
	26,000	Volume lock adjustment			

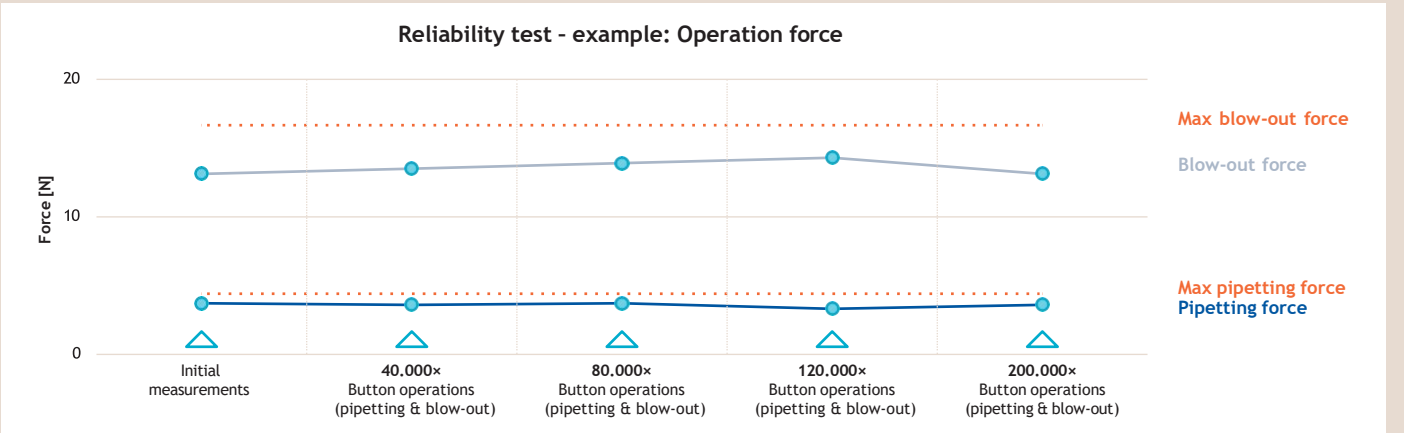


Figure 12: 일관된 낮은 힘 작동 보장: Research 3 neo의 5년 신뢰성 테스트

이 그림은 Research 3 neo 피펫에 대해 수행된 신뢰성 시험 데이터로, 피펫팅 힘(진한 파란색)과 블로우아웃 힘(회색)을 표시합니다. 작동 버튼을 40,000회, 80,000회, 120,000회, 200,000회 누르는 테스트를 통해 5년에 해당하는 기간 동안 피펫팅과 블로우아웃에 필요한 힘이 모두 일관되게 유지됨을 보여 줍니다. 이 데이터는 다양한 조건과 여러 피펫 모델을 대상으로 수행된 더 광범위한 시험 시리즈의 일부로, 제품 신뢰성에 대한 포괄적인 평가가 이루어졌음을 암시합니다.

2. 신뢰성을 높이는 기능들

엄격한 시험뿐 아니라, Research 3 neo 피펫 자체에도 운용 신뢰성을 높이는 다양한 기능이 포함되어 있습니다. 화학적 내성은 철저히 시험되었으며, 동봉된 매뉴얼에 상세히 문서화되어 있습니다. 일체형 하우징 구조는 내구성을 보장하여 일상적인 사용을 견딜 수 있도록 해주며, 손에 쥐었을 때도 편안한 그립감을 제공합니다. 견고한 설계는 분해 없이도 전체 오토클레이브 멸균과 H₂O₂ 멸균을 지원하며, 자외선(UV) 저항성을 갖추어 다양한 방식의 멸균에 대응할 수 있습니다. 최소 175회 이상의 오토클레이브 사이클을 견디도록 신뢰성 시험을 완료했으며, 이러한 내용은 신뢰성 시험 표 2에 상세히 제시되어 있습니다. 이와 같은 기능들은 까다로운 실험실 환경에서도 사용자가 피펫의 일관된 성능을 신뢰하고 사용할 수 있도록 뒷받침합니다.

3. 지속 가능성과 수명 연장을 위한 설계

Research 3 neo 피펫은 신뢰성의 또 다른 축으로서 지속 가능성을 통합하여, 사용자가 환경적 책임 측면에서도 안심하고 사용할 수 있도록 설계되었습니다. 지속 가능성에 대한 이러한 노력을 강조하기 위해, Research 3 neo 단채널 피펫에는 ACT® 라벨이 부착되어 있으며, 이는 비영리 단체 My Green Lab®에서 개발·생산·전 생애주기에 걸친 친환경 실천을 독립적으로 검증한 표지입니다.

Conclusion

Eppendorf Research® 3 neo 피펫은 다음과 같은 기능을 도입하여 인체공학성과 신뢰성을 크게 강화하였습니다:

볼륨 조절 기어 시프트:

- > 이 메커니즘을 통해 사용자는 “fast” 모드와 “easy” 모드 사이를 전환하여 속도와 편의성을 최적화할 수 있습니다. “fast” 모드는 볼륨 조절에 필요한 회전 수를 크게 줄여 주며, “easy” 모드는 한 손 조작에 최적화되도록 필요한 토크를 감소시킵니다.

더 짧아진 작동 버튼:

- > 피펫팅과 볼륨 조절 기능을 하나의 버튼에 통합하여 작동 버튼 이동 거리를 줄이고, 인체공학적 조작성(그립감과 조작 편의성)을 향상시켰습니다.

Volume lock:

- > 이 기능은 임의로 볼륨이 변경되는 것을 방지하여 실험의 일관성을 유지하고, 워크플로우가 방해받는 상황을 줄여 줍니다.

낮은 작동 힘:

- > Research 3 neo는 Research plus에서 이미 잘 알려진 적은 힘 소모(피펫팅, 블로우아웃, 이젝션 힘)를 그대로 유지하여, 사용자의 편의성과 작업 효율을 보장합니다.

ColorTag 마킹 링:

- > 이 링은 다양한 색상과 크기로 제공되어 피펫 및 기타 실험실 장비를 빠르게 식별하고 체계적으로 정리할 수 있게 합니다. 또한 특정 응용 분야에 맞춘 손쉬운 라벨링을 가능하게 하여 효율을 높이고 오류를 줄여 줍니다.

임시 볼륨 조정:

- > 사용자는 긴 팁을 사용하거나 특수 물성을 가진 액체를 취급하는 등 특정 조건에서 피펫팅 정확도를 높이기 위해 일시적인 조정을 수행할 수 있습니다. 이러한 조정은 쉽게 원복할 수 있어 유연성과 정밀성을 함께 확보할 수 있습니다.

신뢰성과 내구성:

- > Research 3 neo는 일반적인 사용 환경에서 5년에 해당하는 조건을 모방한 엄격한 시험을 거쳐, 일관된 성능과 높은 신뢰성을 보장합니다. H₂O₂ 가스에 대한 내성, UV 내성, 오토클레이브 멸균을 견디는 능력 등은 제품의 우수한 내구성을 잘 보여 줍니다.

지속 가능성:

- > 이 피펫은 ACT® label을 획득하여, 개발 및 생산 과정에서의 친환경적 실천을 검증합니다. 또한 제품의 긴 수명을 위해 다양한 예비 부품을 제공합니다.

References

- [1] <https://www.farnell.com/datasheets/68401.pdf>
- [2] https://mint.hu/files/MINT_10-1-bevezetes-NORBAR-oldal9-10.pdf
- [3] https://www.ebottles.com/blogs/articles/application-and-removal-torque-guidelines?srsId=AfmBOoplGL_zntF-Mo0KUR0sYqGeceZaFLdXSx4NM-FoEvVACneYGmls
- [4] <https://www.hoppe.com/de-de/kontakte-service/normen/din-en-1906/>
- [5] <https://www.a325bolts.com/torque-chart/>
- [6] EN 1005-3:2002+A1:2008 Safety of machinery - Human physical performance - Part 3: Recommended force limits for machinery operation
- [7] Huang H, Li R, Zhang J, A review of visual sustained attention: neural mechanisms and computational Models, PeerJ 11:e15351 (2023) <https://doi.org/10.7717/peerj.15351>
- [8] Rahman M M, Sprigle S, Sharit J, Guidelines for force-travel combinations of push button switches for older populations, Applied Ergonomics, Volume 29, Issue 2 (1998) [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(97\)00037-9](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(97)00037-9)
- [9] Mahvash M, Voo L, Kim D, Jeung K, Wainer J, Okamura A. Modeling the Forces of Cutting With Scissors. IEEE transactions on bio-medical engineering. 55. 848-56. (2008). <https://doi.org/10.1109/TBME.2007.908069>
- [10] Nagurka M, Richard M,(1999). Measurement of impedance characteristics of computer keyboard keys. Proceedings of the 7th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED99) Haifa, Israel - June 28 -30 (1999)
- [11] Fendler W, Roman-Liu D, Tokarski T, Romanczuk R, Mlynarski W. Trigger matters: an ergonomics analysis of insulin pens. Diabetes Technol Ther. 2015 Mar;17(3):171-6. <https://doi.org/10.1089/dia.2014.0177>
- [12] Hemminbsen H, Niemeyer M, Hansen M R, Bucher D, Thomsen NB, A Prefilled Insulin Pen with a Novel Injection Mechanism and a Lower Injection Force than Other Prefilled Insulin Pens, DIABETES TECHNOLOGY & THERAPEUTICS, Volume 13, Number 12, 2011 <https://doi.org/10.1089/dia.2011.0110>
- [13] Carissoli C, Negri L, Bassi M, Storm FA, Fave AD, Mental Workload and Human-Robot Interaction in Collaborative Tasks: A Scoping Review, International Journal of Human-Computer Interaction, VOL. 40, NO. 20, 6458-6477 (2024). <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2254639>
- [14] Koirala R, Nepal A, A Literature Review on Ergonomics, Ergonomics Practices, and Employee Performance, Quest Journal of Management and Social Sciences, Volume 4 Issue 2:273-288. (2022) <https://doi.org/10.3126/qjms.v4i2.50322>
- [15] Kaur S, Prof. Sharma M, Cognitive Ergonomics: A Relationship between Mind and Work, The International Journal of Indian Psychology, Volume 12, Issue 2. (2024), DOI:10.25215/1202.057

About the Eppendorf Group

1945년 이래로 Eppendorf 브랜드는 다양한 샘플 핸들링을 위한 실험실 장비와 소모품을 비롯한 고객 지향적인 프로세스와 혁신적인 제품을 상징해 왔습니다. 오늘날 Eppendorf와 약 5,000명의 임직원들은 전 세계의 실험실과 연구 기관을 지원하기 위해, 그들만의 독자적인 지식과 경험을 바탕으로 전문가이자 조언자의 역할을 수행하고 있습니다.

이러한 전문성의 기반에는 ‘고객에 대한 집중’이 자리하고 있습니다. Eppendorf와 고객 간의 지속적인 아이디어 교류를 통해 포괄적인 솔루션이 도출되며, 이는 다시 업계 표준으로 자리잡고 있습니다. Eppendorf는 앞으로도 창립자들이 세운 기준, 즉 사람들의 삶의 질을 지속 가능하게 개선하겠다는 목표에 충실하며 같은 길을 계속 걸어갈 것입니다.

Your local distributor: www.eppendorf.com/contact

Eppendorf SE · 22339 Hamburg · Germany

eppendorf@eppendorf.com · www.eppendorf.com

www.eppendorf.com

ACT® and My Green Lab® are registered trademarks of My Green Lab, USA.

Eppendorf®, the Eppendorf Brand Design, Eppendorf Research®, ep Dualfilter T.I.P.S.®, Multipette®, and Varispenser® are registered trademarks of Eppendorf SE, Hamburg, Germany. EN1/0525

Eppendorf SE reserves the right to modify its products and services at any time. This white paper is subject to change without notice. Although prepared to ensure accuracy, Eppendorf SE assumes no liability for errors, or for any damages resulting from the application or use of this information. Reading this white paper alone cannot as such provide for or replace reading and respecting the current version of the operating manual.

All rights reserved, including graphics and images. Copyright © 2025 by Eppendorf SE, Germany