

# Bloodstain Pattern Analysis

---

## Part 1

30<sup>th</sup> September 2020

# เนื้อหา

- 
- คราบเลือด (bloodstains) ในที่เกิดเหตุ
  - Bloodstain pattern บอกอะไร
  - สมบัติของเลือดมนุษย์
  - ลักษณะของหยดเลือด
  - การจัดกลุ่มของ Bloodstain pattern
  - ทิศทางของหยดเลือด
  - แหล่งกำเนิดของหยดเลือด

# สถานที่เกิดเหตุ



# TRY OUT#1

---

บอกชนิดของ **bloodstains** ที่ปรากฏโดยอาศัยข้อมูลที่ให้มา



# Some terminology of bloodstains (1)

**Void** - An absence of stains in an otherwise continuous bloodstain pattern

**Pool** - Pattern created when a source of blood remains stationary over a surface causing an accumulation of blood

**Passive Drop** - Droplets of blood created by the force of gravity acting alone; circular in shape

**Wipe Pattern** - Created when an object moves through an existing stain, removing and/or altering its appearance

**Expired Blood** - Blood that is blown out of the nose, mouth or a wound as a result of air pressure and/or air flow as the propelling force; may contain bubbles and/or saliva

**Low Velocity Impact Spatter (LVIS)** - A pattern created by a low velocity impact to a blood source; fewer, larger droplets

## Some terminology of bloodstains (2)

**Cast-Off** - The pattern created when blood is released or thrown from a blood-bearing object in motion; may produce a curved or straight line made of individual droplets

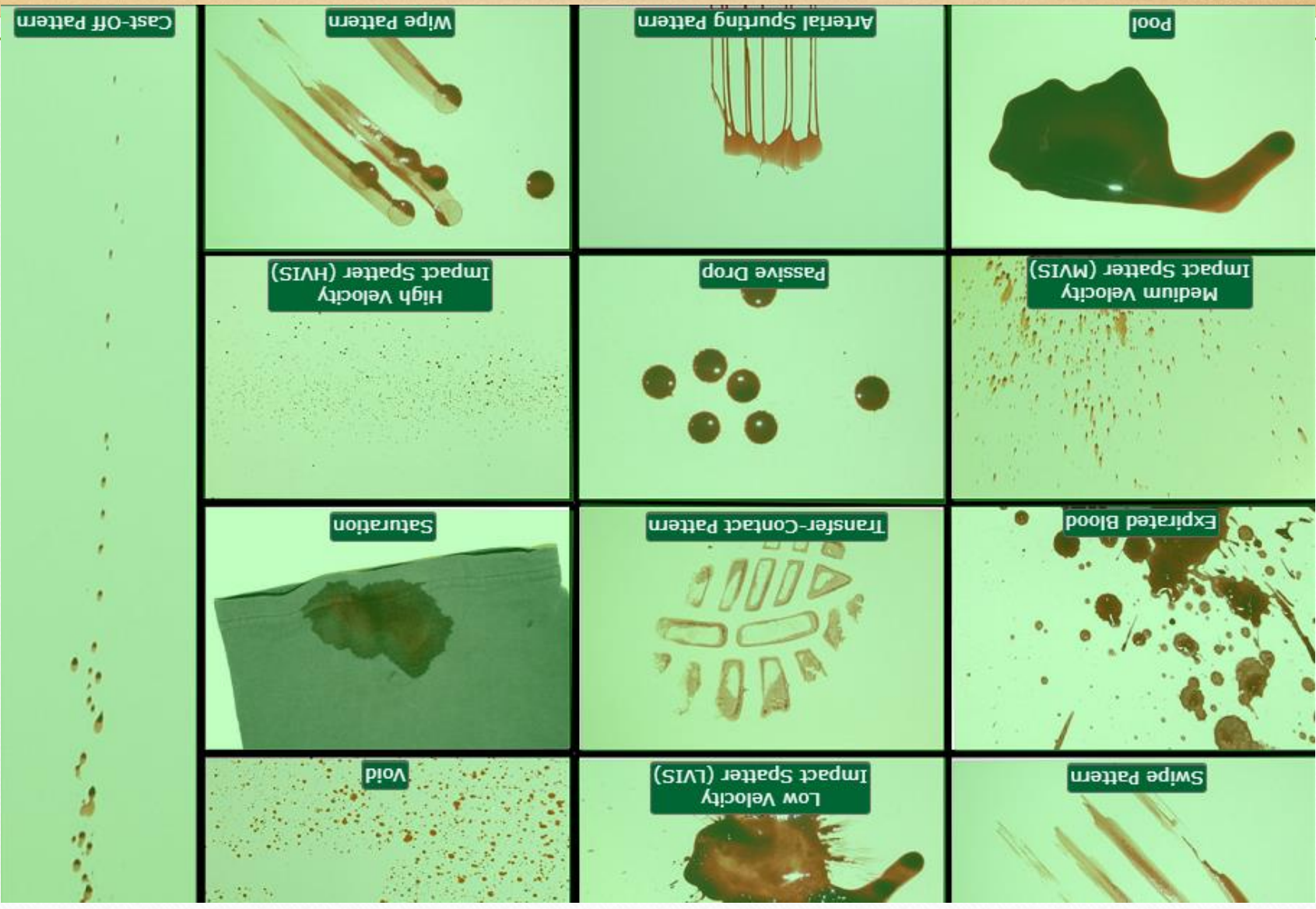
**High Velocity Impact Spatter (HVIS)** - A pattern caused by a high velocity impact to a blood source (like from a gunshot); produces a mist/fine spray of droplets

**Arterial Spurting** - A pattern resulting from blood exiting the body under pressure from a breached artery; large stains with downward flow on vertical surfaces

**Swipe Pattern** - The transfer of blood from a moving source onto an unstained surface

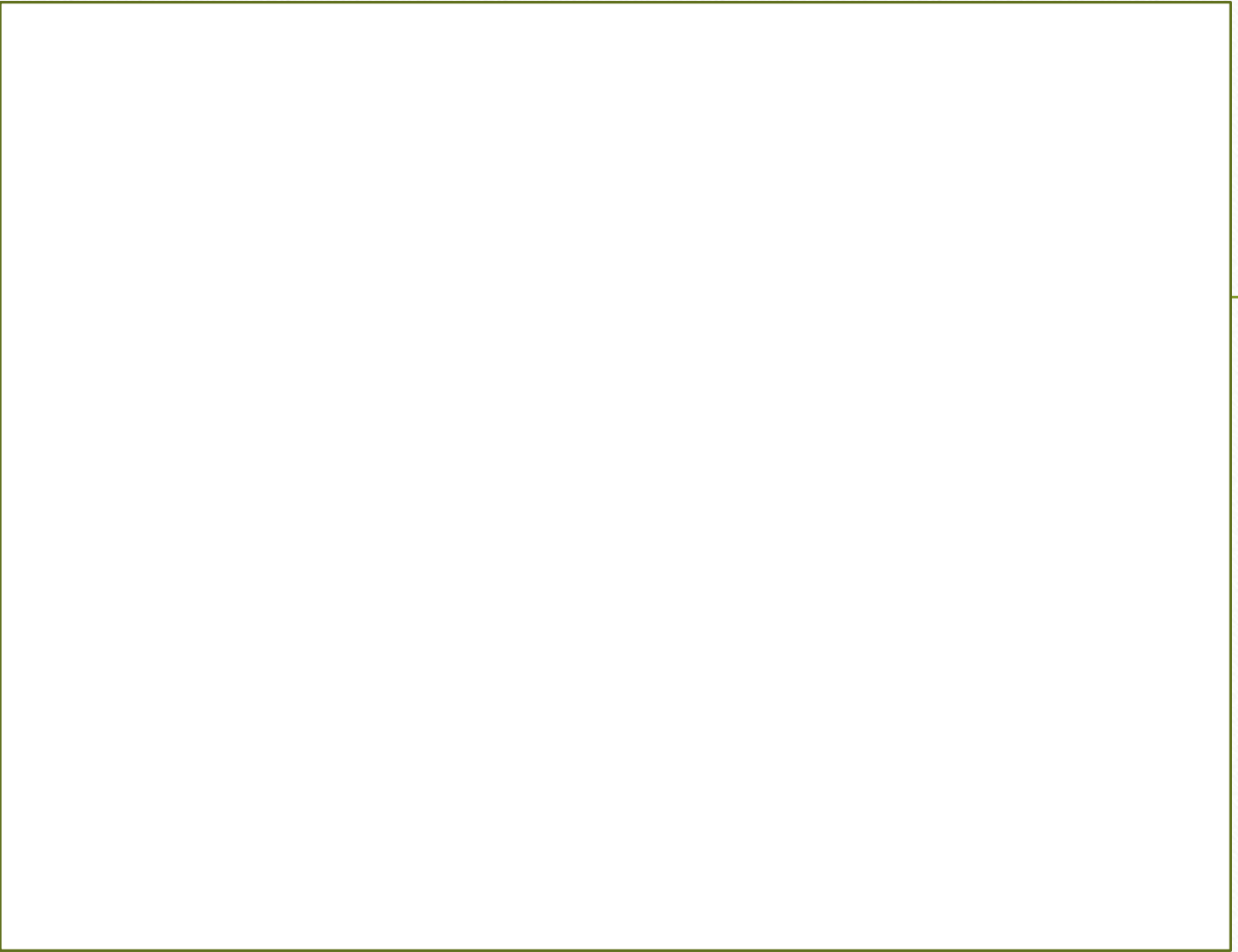
**Medium Velocity Impact Spatter (MVIS)** - A pattern created by a medium velocity impact to a blood source (like a beating); droplets smaller than LVIS and more like a spray

**Saturation** - A pattern created when a volume of blood has been absorbed by an object (like clothing, carpet)



solution





# Bloodstain pattern ให้ข้อมูลอะไร?

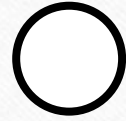
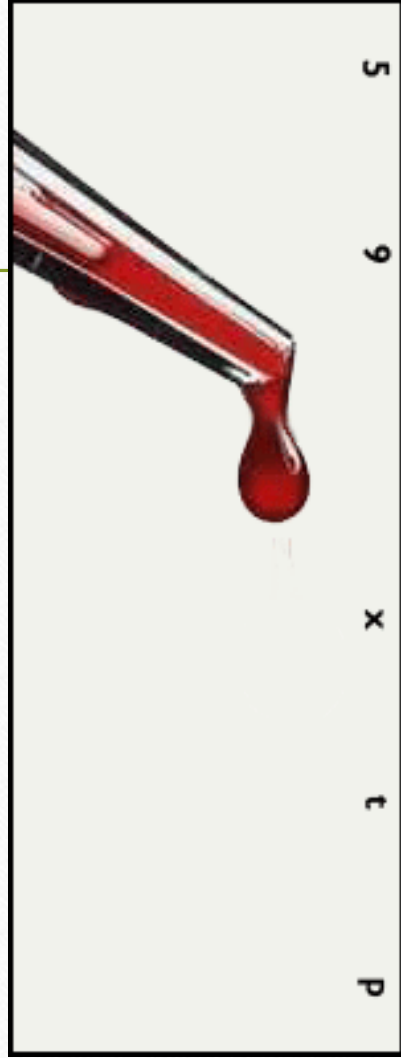
---

- ความรุนแรงในเหตุการณ์
- ตำแหน่งของผู้บาดเจ็บหรือผู้ก่อเหตุ
- การเคลื่อนที่ของผู้บาดเจ็บหรือผู้ก่อเหตุ
- จำนวนของการกระทำต่อจุดกำเนิดของเลือด
- จุดกำเนิดของเลือด
- ระยะทางจากจุดกำเนิดถึงตำแหน่งคราบเลือด
- ทิศทางการกระเด็นของหยดเลือด
- อัตราเร็วของหยดเลือดที่ออกมาจากแหล่งกำเนิด

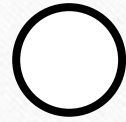
# เลือดของมนุษย์

- โดยเฉลี่ยปริมาณเลือดของมนุษย์เรามีประมาณ 8% ของน้ำหนักตัว
- ปริมาณเลือดสำหรับผู้ชายมีประมาณ 5-6 ลิตร  
ปริมาณเลือดสำหรับผู้หญิงมีประมาณ 4-5 ลิตร
- ส่วนประกอบของเลือดคือ เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว เกล็ดเลือดและพลาสมา
- ความหนาแน่นของเลือดมนุษย์ที่ อุณหภูมิ  $37^{\circ}\text{C} = 1060 \text{ kg/m}^3$  และมีความหนืดมากกว่าน้ำ 4-5 เท่า
- ในเม็ดเลือดแดงมี ฮีโมโกลบินทำหน้าที่รับออกซิเจนและทำให้เลือดมีสีแดง

# ลักษณะของหยดเลือด

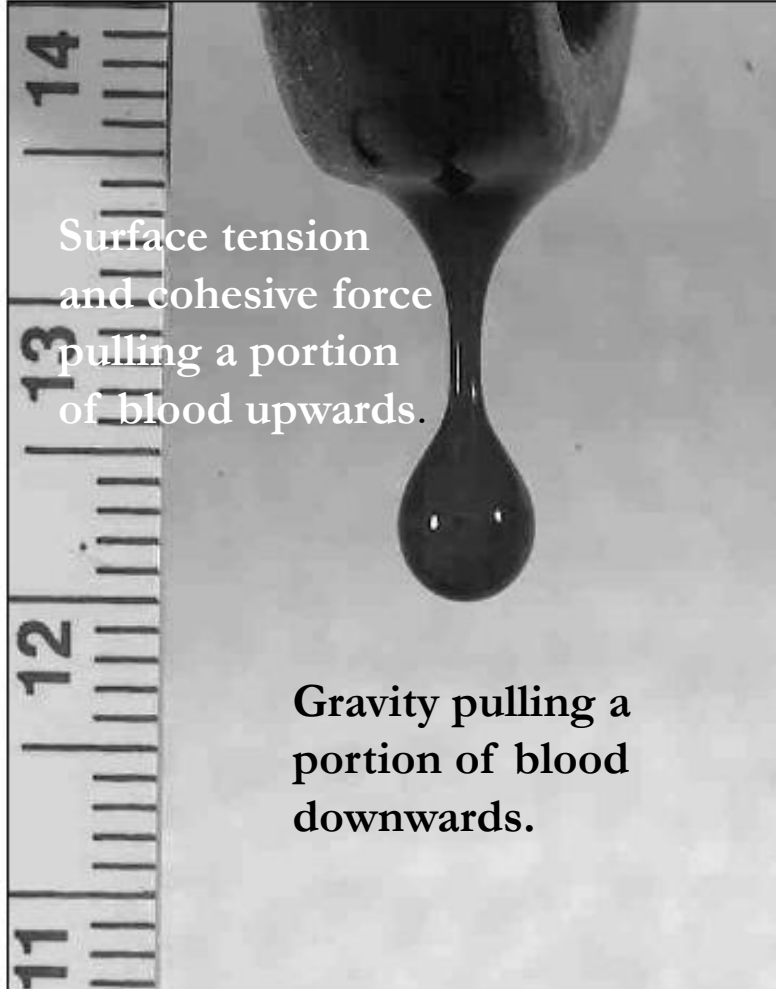


ถูก



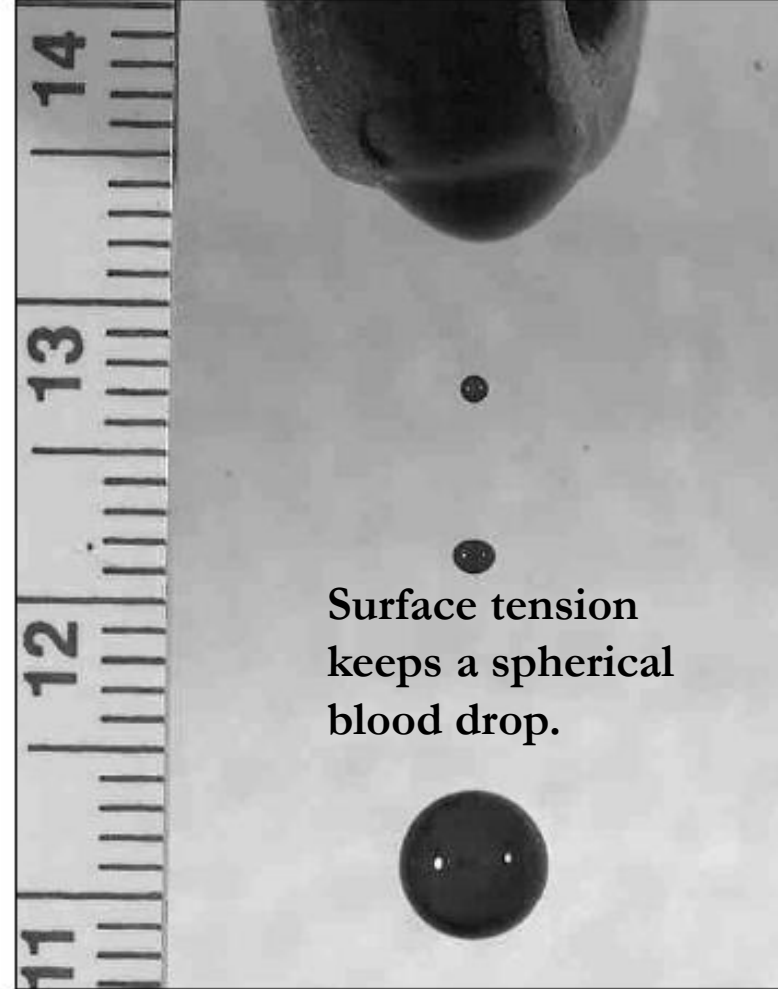
ผิด

Source: © Epstein/Laber/Taylor<sup>1</sup>



Surface tension  
and cohesive force  
pulling a portion  
of blood upwards.

Gravity pulling a  
portion of blood  
downwards.



Surface tension  
keeps a spherical  
blood drop.

Left - teardrop forms as blood drops from an object, right - airborne spherical form

# การจัดกลุ่มของ Bloodstain patterns

---

1. Passive bloodstains
2. Transfer bloodstains
3. Projected หรือ Impact bloodstains

- ความเลือดชนิดนี้เกิดจากหยดเลือดที่หยดลงมาจาก **แหล่งกำเนิดภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก** เช่น เลือดที่หยดจากบาดแผลของผู้บาดเจ็บที่ยืนอยู่หนึ่ง หรือหยดลงมาจากปลายมีดที่อยู่หนึ่ง

## Passive bloodstains

### ANALYZING THE PATH OF A BLOOD DROPLET

After determining the type of spatter and weapon likely used, forensic analysts look at the shape of individual droplets to mathematically determine their point of origin.

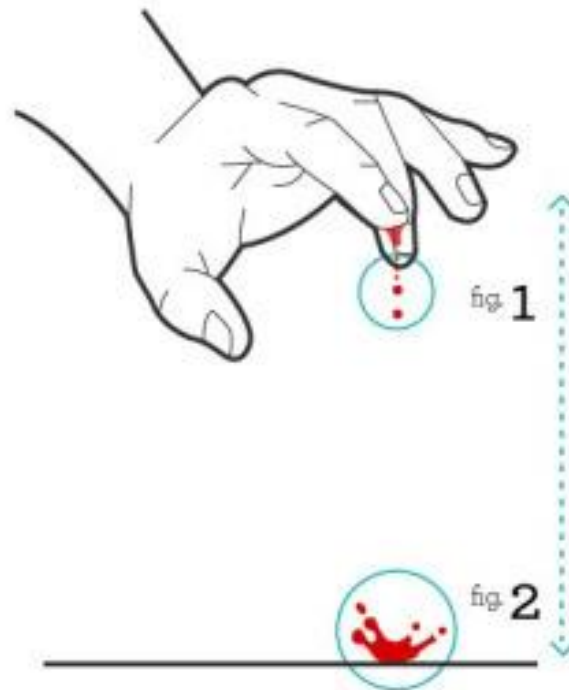
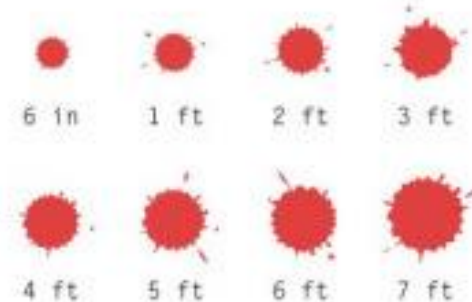


fig. 1

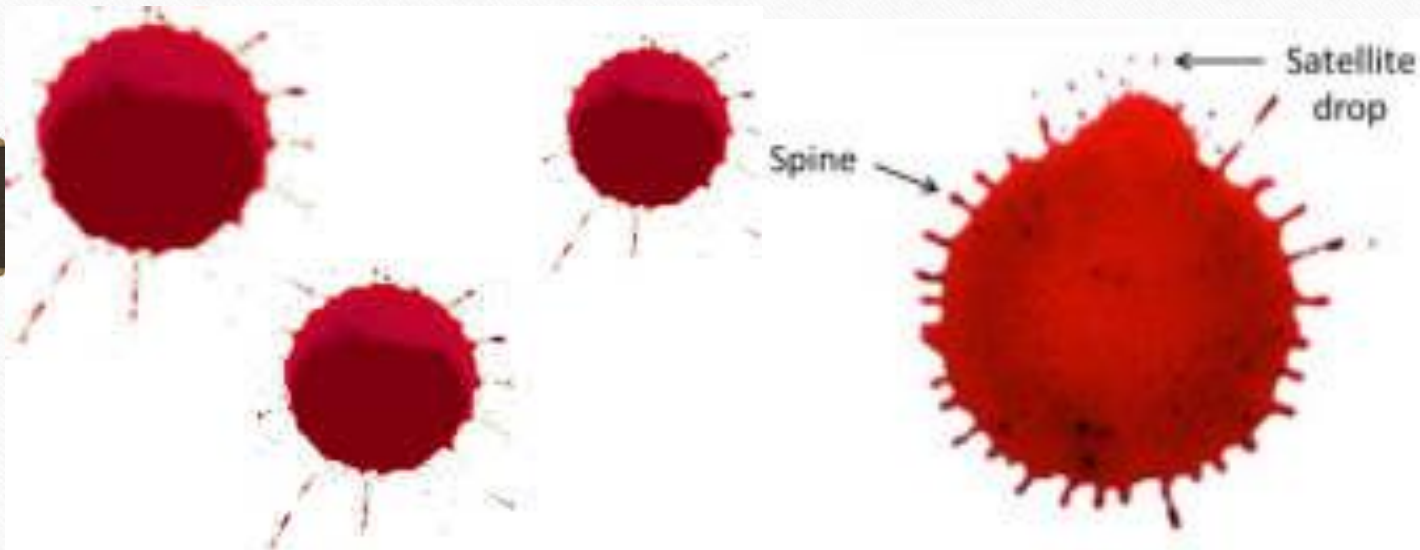
Though blood droplets form at the edge of a surface as teardrops, they travel as spheres.

fig. 2

The diameter of a blood stain increases with the height from which it was dropped.



# ตัวอย่างของ Passive bloodstains



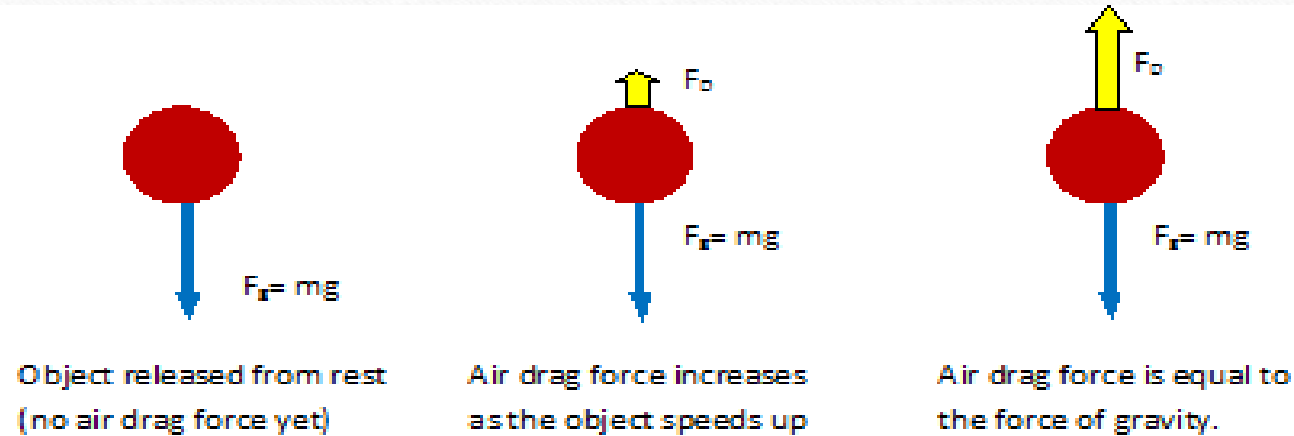
Passive drops บนพื้นเรียบ



Passive drops บนพื้นขรุขระ

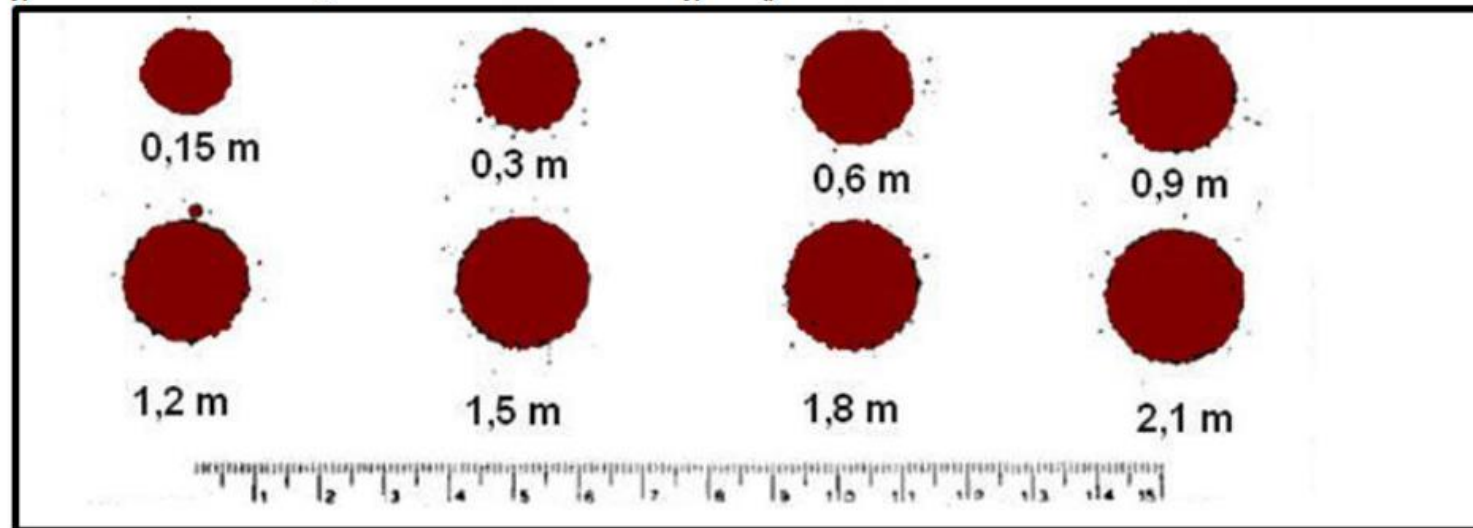


# Terminal velocity and bloodstain size



<https://study.com/academy/lesson/what-is-terminal-velocity-definition-formula-calculation-examples.html>

*Fig. 2 Blood stain size in relation to the height of the source<sup>15</sup>*



# Transfer bloodstains

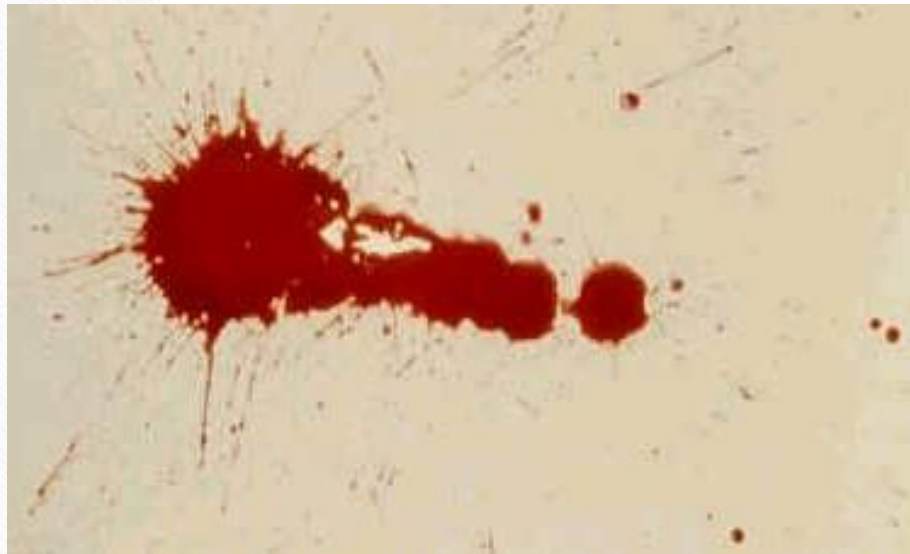
- เป็นคราบเลือดที่เกิดจากวัตถุที่ชุ่มไปด้วยเลือดไปสัมผัสกับวัตถุหรือพื้นผิวอื่นที่เดิมไม่มีคราบเลือดอยู่



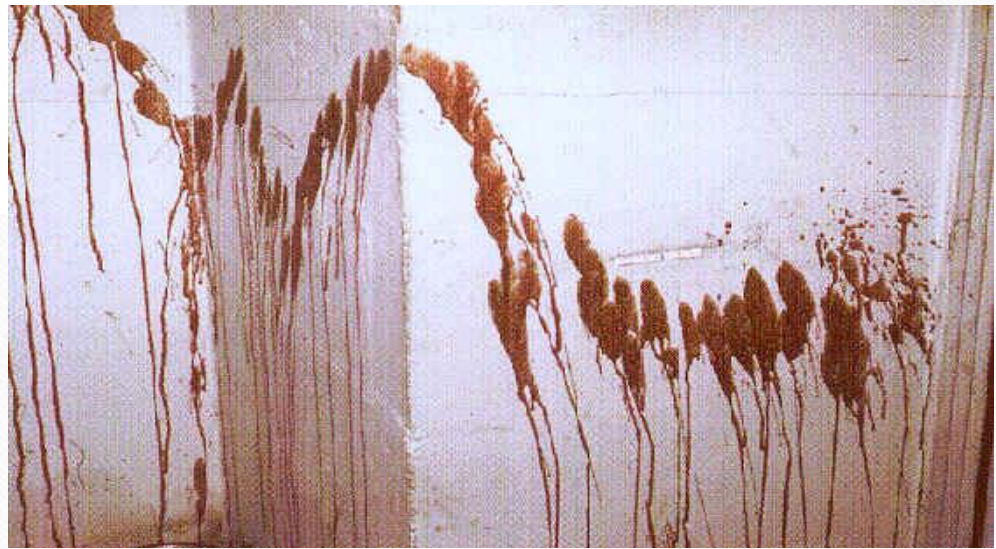
จากการสังเกต transfer pattern ทำให้บอกได้ว่าวัตถุเดิมที่ชุ่มไปด้วยเลือดคืออะไร

# Projected หรือ Impact spatter bloodstains

- คราบเลือดชนิดนี้เกิดจากหยดเลือดที่พุ่งออกมาจากแหล่งเลือดที่ถูกแรงกระทำ



Bloodstains เกิดจาก syringe



Bloodstain เกิดจากเส้นเลือดแดงใหญ่ฉีกขาด

# Impact spatter patterns

- Projected หรือ impact patterns แบ่งได้ตามความเร็วของสิ่งที่มาปะทะ (Impact spatter) กับแหล่งเลือด ประกอบด้วย
  1. Low velocity impact spatter
  2. Medium velocity impact spatter
  3. High velocity Impact spatter
- Impact spatter มีผลให้ขนาดของหยดแตกต่างกัน

## Low velocity impact spatter

- Projected bloodstains เกิดจากหยดเลือดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 4 mm
- อัตราเร็วของสิ่งที่มาปะทะมีค่าประมาณ 1.5 m/s



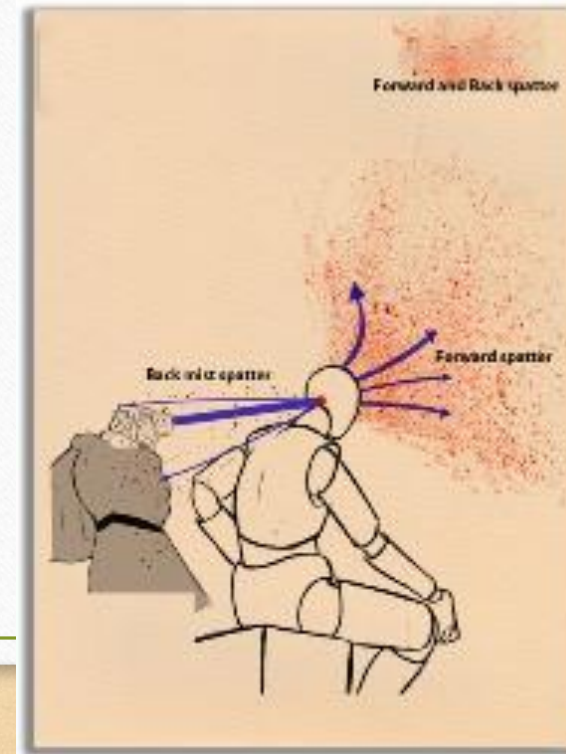
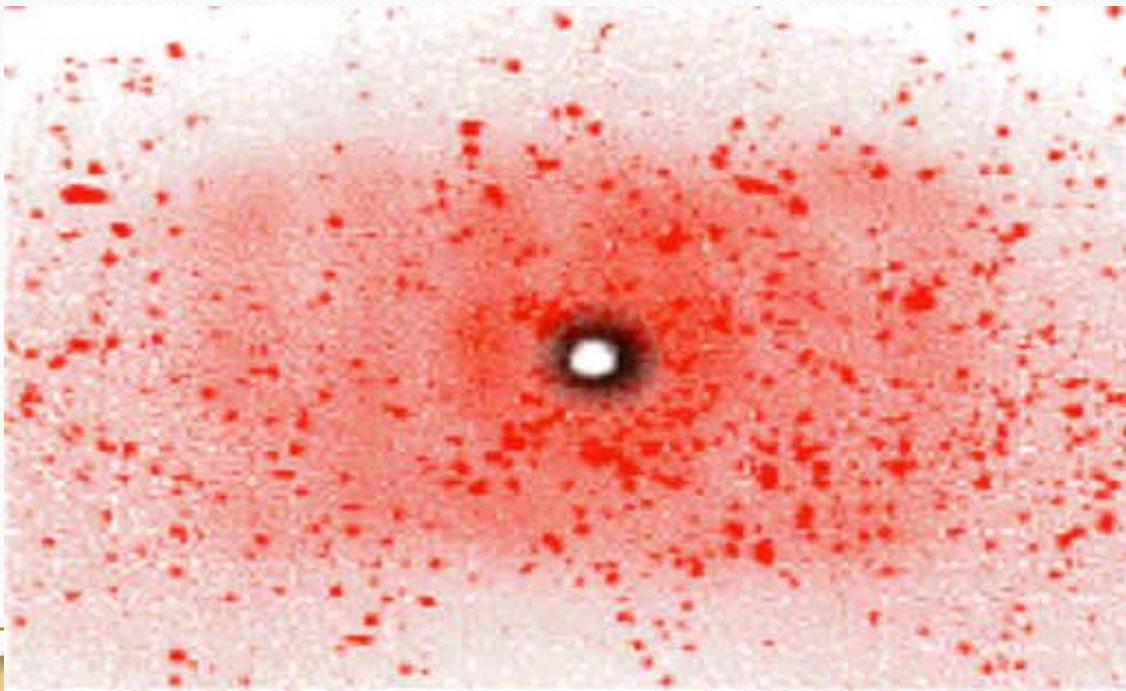
## Medium velocity impact spatter

- Projected bloodstains เกิดจากหยดเลือดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1-3 mm
- อัตราเร็วของสิ่งที่มาปะทะมีค่าประมาณ 1.5 - 7m/s
- ตัวอย่างเช่น คราบเลือดที่เกิดจากการถูกทุบตีหรือแทงด้วยของมีคม



# High velocity Impacts

- Projected bloodstains เกิดจากหยดเลือดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 1 mm
- อัตราเร็วของสิ่งที่มาปะทะมีค่ามากกว่า 30 m/s
- ตัวอย่างเช่น การกระจายของหยดเลือดเนื่องจากกระสุนปืน



# ทิศทางการปะทะพื้นผิวของหยดเลือด

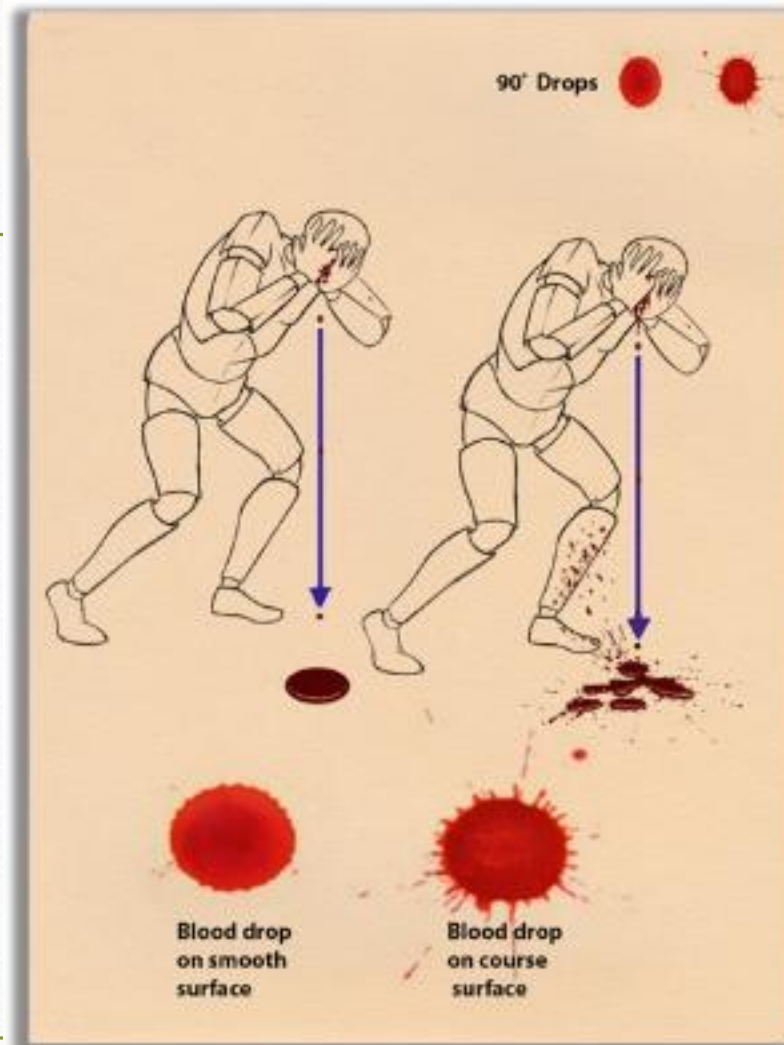
ลักษณะของคราบเลือดที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวบ่งบอกถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือดก่อนที่หยดเลือดจะปะทะกับพื้นผิว ทิศทางการเคลื่อนที่ของหยดเลือดอาจแบ่งได้เป็น

- การหยุดของเลือดในแนวตั้งฉากกับพื้นผิว
- การหยุดของเลือดในแนวที่ทำมุมกับพื้นผิว



# ทิศทางของหยดเลือดในแนวตั้งฉากกับพื้นผิว

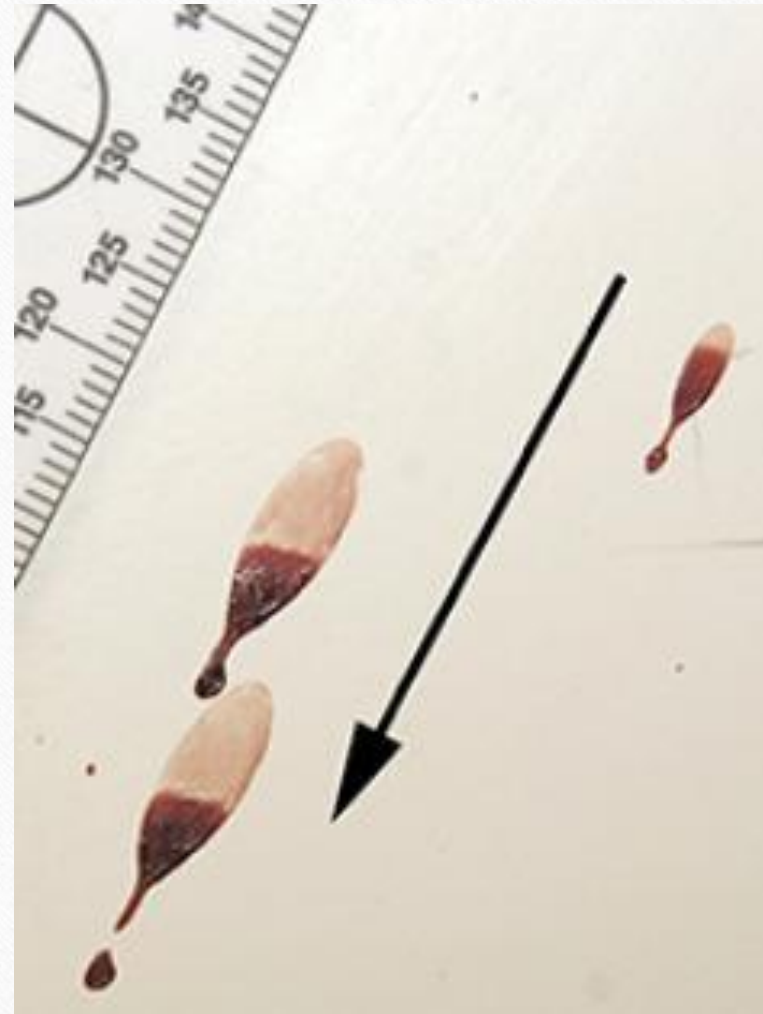
- เมื่อเลือดหยดลงมาในแนวที่ตั้งฉากกับพื้นผิวลักษณะของคราบเลือดที่เกิดขึ้นเป็นวงกลม
- ลักษณะของคราบเลือดขึ้นกับปริมาณเลือดที่หยดและลักษณะของพื้นผิวที่รองรับเลือด



# ทิศทางของหยดเลือดในแนวที่ทำมุมกับพื้นผิว

- เมื่อหยดเลือดปะทะกับพื้นผิว

บริเวณผิวด้านล่างของหยดเลือดที่สัมผัสกับพื้นผิวถูกทำให้เคลื่อนที่ต่ำลงเนื่องจากความเสียดทานระหว่างหยดเลือดกับพื้นผิว ในขณะที่ส่วนบนของหยดเลือดยังคงเคลื่อนที่ได้ ส่งผลให้ลักษณะของหยดเลือดที่ตกทำมุมกับพื้นมีลักษณะเป็น**วงรี**

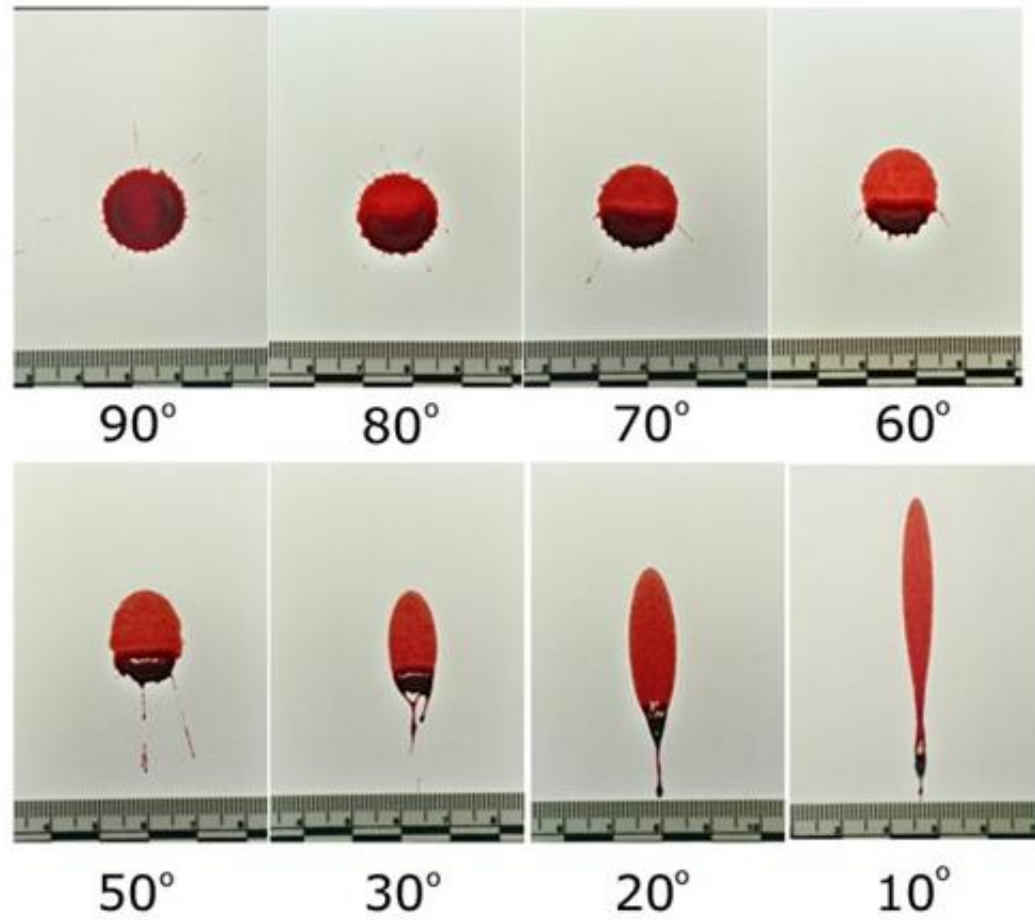


## ข้อมูลที่ได้จากคราบเลือดที่เกิดจากหยดเลือดตกทำมุมกับพื้นผิว

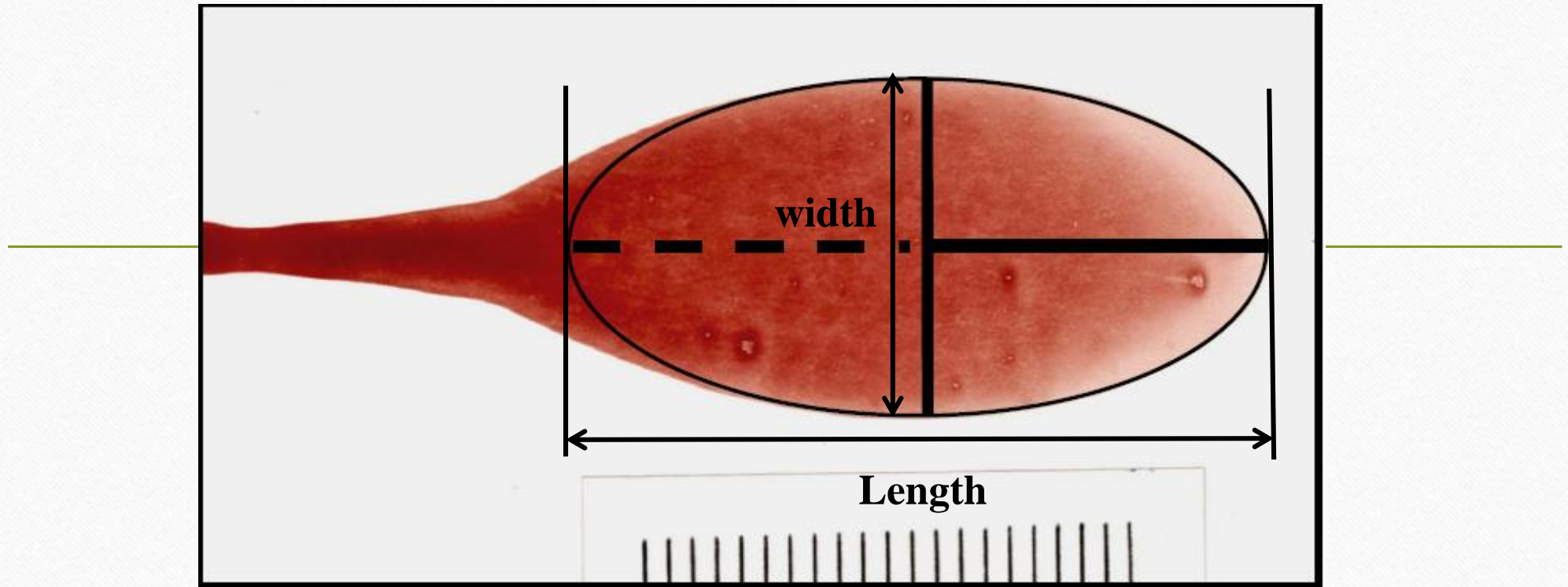


- ทิศทางของแหล่งกำเนิดหยดเลือด
- มุมปะทะของหยดเลือด (angle of impact) กับพื้นผิว
- ตำแหน่งของแหล่งเลือด (blood source)

# คราบเลือดบนพื้นผิวเรียบที่ impact angles ต่าง ๆ



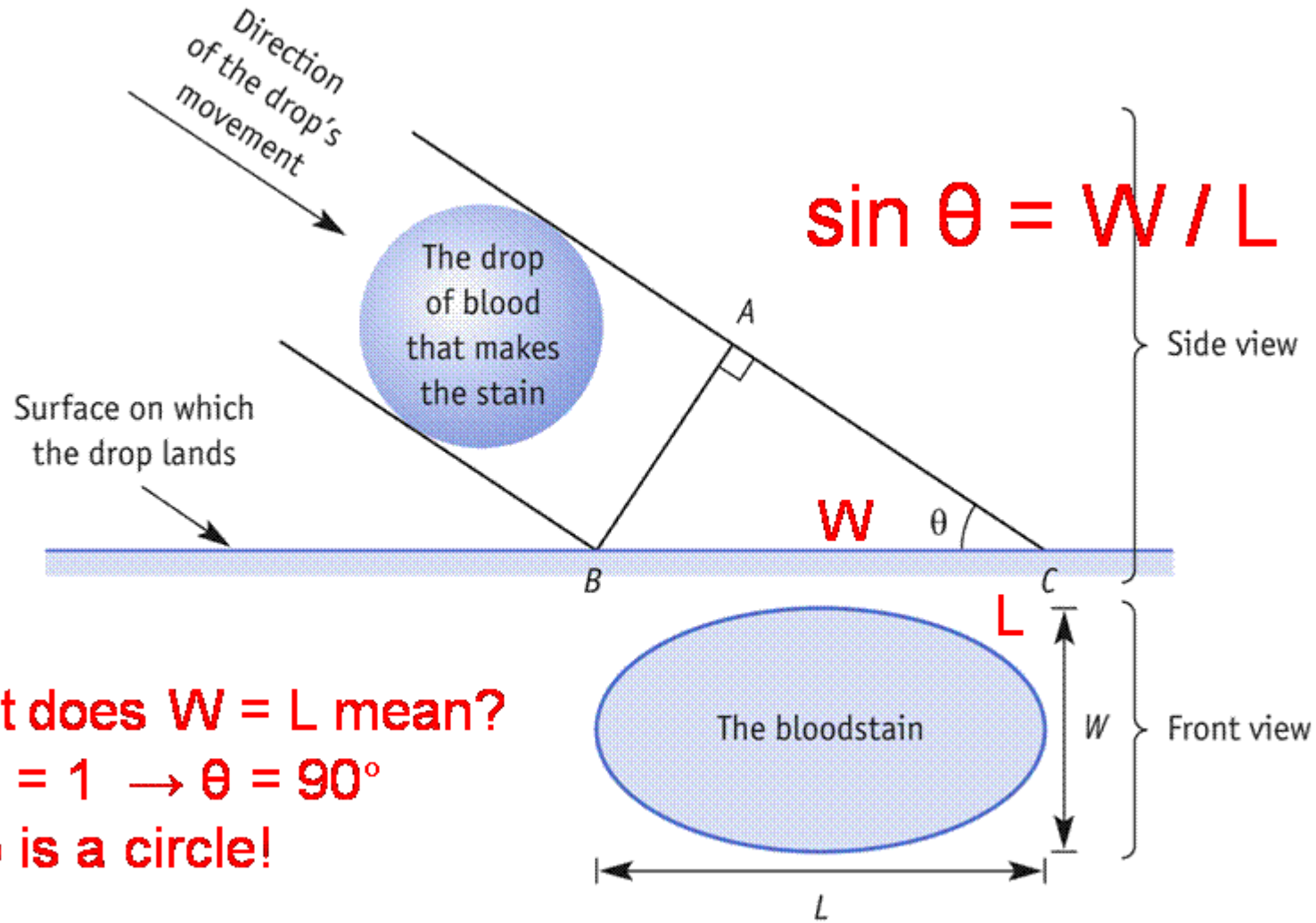
Decreasing angles of impact of single falling blood droplets.



- การวัดขนาดความกว้าง (width) และ ความยาว (length) เพื่อนำไปคำนวณหามุมตกกระทบ (impact angle)

OHT 5.4

(a)



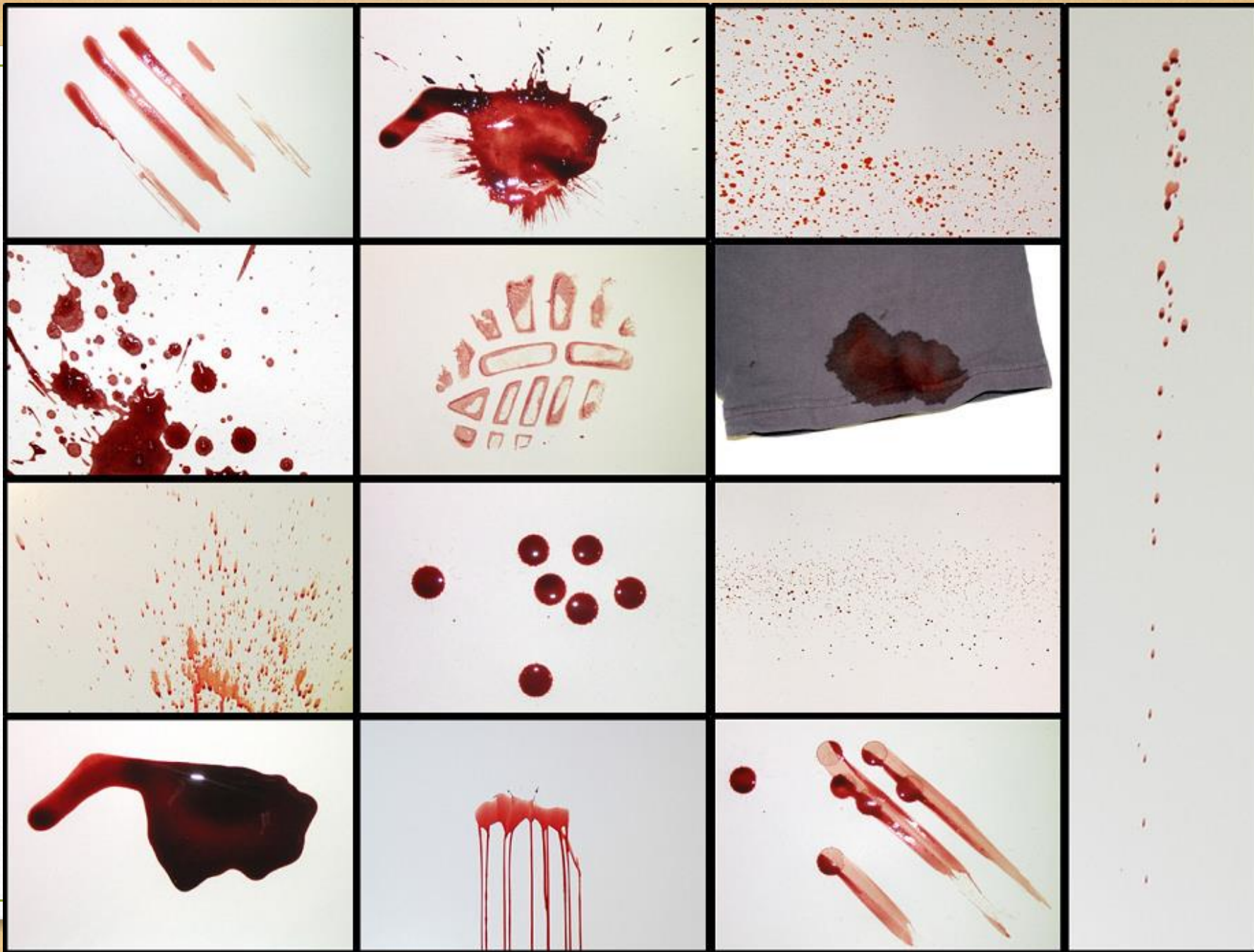
**What does  $W = L$  mean?**  
 **$\sin \theta = 1 \rightarrow \theta = 90^\circ$**   
**Drop is a circle!**

Information from bloodstains obtainable by trigonometry

# TRY OUT#1

---

บอกชนิดของ **bloodstains** ที่ปรากฏโดยอาศัยข้อมูลที่ให้มา





# Some terminology of bloodstains (1)

**Void** - An absence of stains in an otherwise continuous bloodstain pattern

**Pool** - Pattern created when a source of blood remains stationary over a surface causing an accumulation of blood

**Passive Drop** - Droplets of blood created by the force of gravity acting alone; circular in shape

**Wipe Pattern** - Created when an object moves through an existing stain, removing and/or altering its appearance

**Expirated Blood** - Blood that is blown out of the nose, mouth or a wound as a result of air pressure and/or air flow as the propelling force; may contain bubbles and/or saliva

**Low Velocity Impact Spatter (LVIS)** - A pattern created by a low velocity impact to a blood source; fewer, larger droplets

## Some terminology of bloodstains (2)

**Cast-Off** - The pattern created when blood is released or thrown from a blood-bearing object in motion; may produce a curved or straight line made of individual droplets

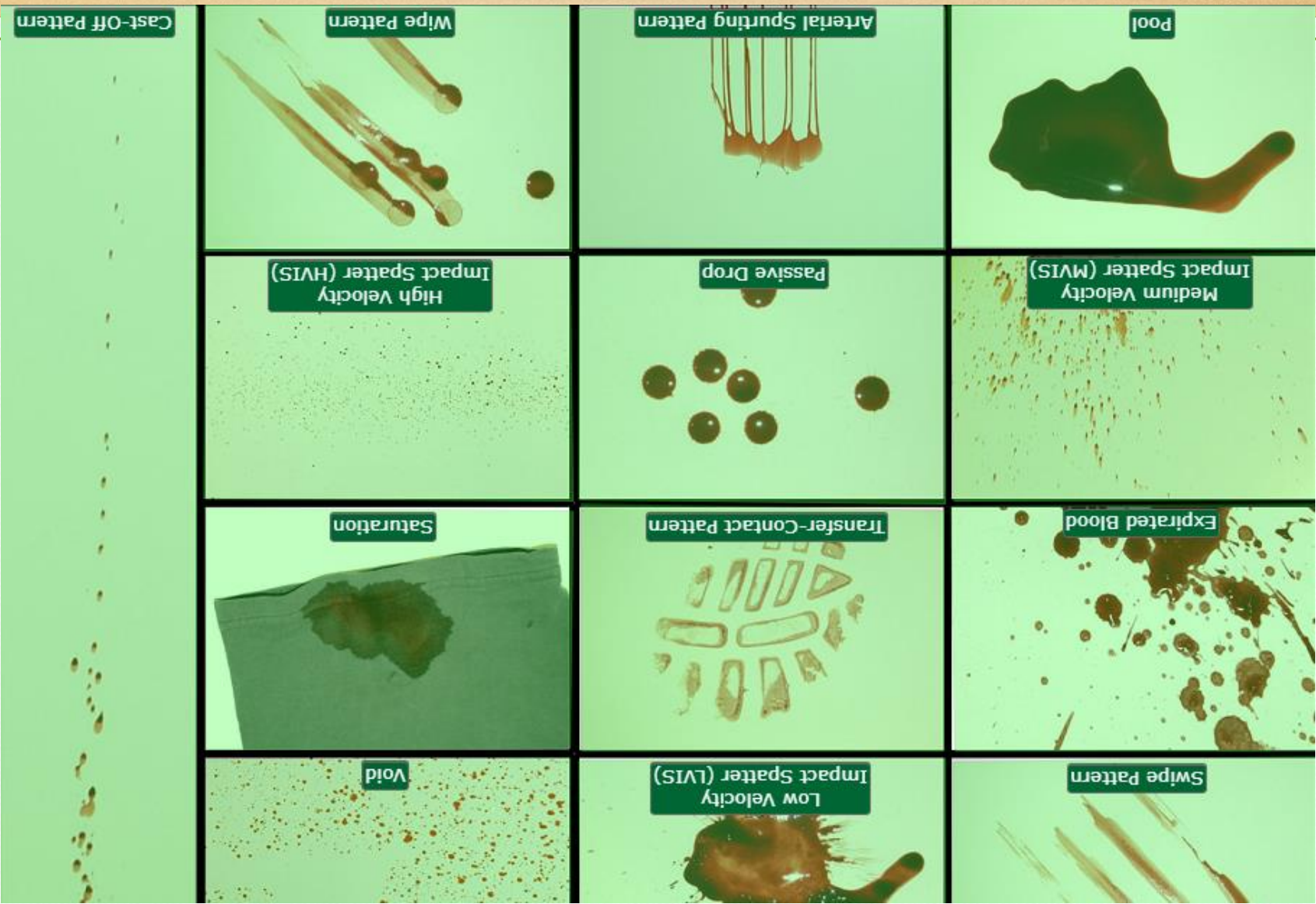
**High Velocity Impact Spatter (HVIS)** - A pattern caused by a high velocity impact to a blood source (like from a gunshot); produces a mist/fine spray of droplets

**Arterial Spurting** - A pattern resulting from blood exiting the body under pressure from a breached artery; large stains with downward flow on vertical surfaces

**Swipe Pattern** - The transfer of blood from a moving source onto an unstained surface

**Medium Velocity Impact Spatter (MVIS)** - A pattern created by a medium velocity impact to a blood source (like a beating); droplets smaller than LVIS and more like a spray

**Saturation** - A pattern created when a volume of blood has been absorbed by an object (like clothing, carpet)



solution

# สรุป

---

- รอยคราบเลือดสามารถบอกเรื่องราวในที่เกิดเหตุได้
- การวิเคราะห์รอยคราบเลือดอาศัยความเข้าใจในหลักการฟิสิกส์ของของของเหลวประกอบกับความรู้อื่นๆ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
- หลักการที่นำเสนอเป็นหลักการพื้นฐาน ที่สามารถนำไปใช้ประกอบในขั้นตอนของการวิเคราะห์ วัตถุพยานอื่นๆ เพื่อการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงได้

# References

---

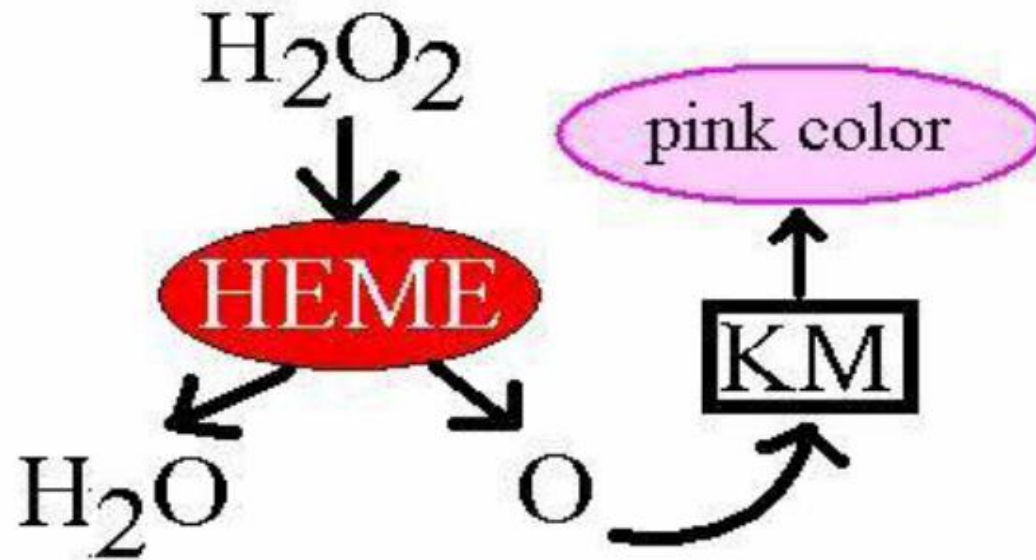
- 1. T Bevel and R M Gardner, “Blood Pattern Analysis with an introduction to Crime Scene Reconstruction”, 3<sup>rd</sup> ed., CRC Press (2008)
- 2. O Peschel, S N Kunz, M A Rothschild and E Mutzel, “ Blood stain pattern analysis”, Forensic Sci Med Pathol, DOI 10.1007/s12024-010-9198-1

# Presumptive test

- Presumptive test เป็นการตรวจสอบเบื้องต้นที่ใช้ระบุว่าคราบสีแดงต้องสงสัยในที่เกิดเหตุคือคราบเลือดหรือไม่
- การทดสอบนี้อาศัยการสังเกตสีที่เปลี่ยนของสารเคมีที่นำมาทดสอบกับคราบต้องสงสัย
- การทดสอบที่นิยมมากคือ Kestel and Meyer หรือ KM test โดยการใช้สารละลาย phenolphthalein ซึ่งเป็นสารละลายที่ถูกเตรียมมาให้มีความใสและไม่มีสี เมื่อสัมผัสกับ “คราบเลือด” จะส่งผลให้สารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีชมพู เมื่อมี hydrogen peroxide ร่วมเข้าทำปฏิกิริยา
- KM test เป็นเพียงการทดสอบเบื้องต้น มีสารตัวอย่างอีกหลายชนิด เช่น เอนไซม์ผักบางชนิด ที่อาจให้ผลเป็น false positive ก็ได้ ดังนั้นจึงต้องการทดสอบในระดับต่อไป

# เลือด??

- Presumptive test : K-M test
  - KM test หรือ Kastle-Meyer test เป็น วิธีการตรวจสอบเบื้องต้นว่า รอยคราบที่พบในที่เกิดเหตุเป็นเลือดหรือไม่



hemoglobinในเลือด สลาย hydrogen peroxide ได้น้ำและออกซิเจน จากนั้นออกซิเจนจะออกซิไดซ์สาร phenolphthalin (reduced form) จากที่ไม่มีสี ให้เปลี่ยนเป็น phenolphthalein (oxidized form) ได้สีชมพู

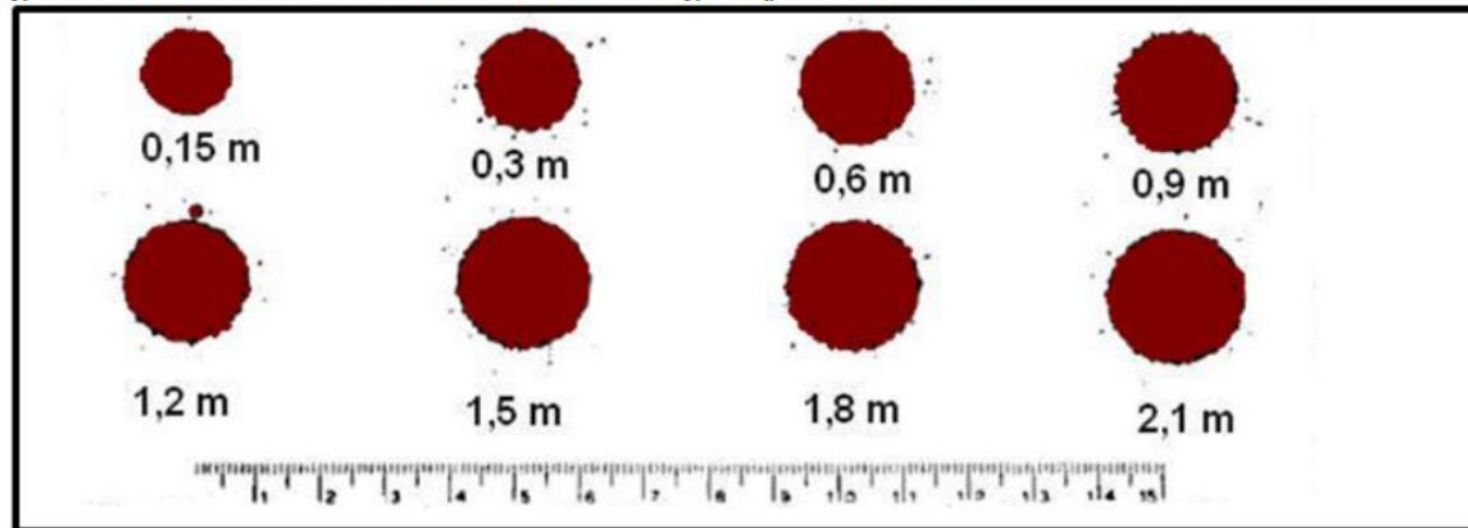
Chemical basis for the colour change of the Kastle-Meyer (KM) solution (phenolphthalein).

# TRY OUT #2

## ขนาดของ passive bloodstain กับความสูง

- ออกแบบการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของ passive bloodstains กับความสูง
- วาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวและสังเกตแนวโน้มระหว่างตัวแปรทั้งสอง

*Fig. 2 Blood stain size in relation to the height of the source*<sup>15</sup>

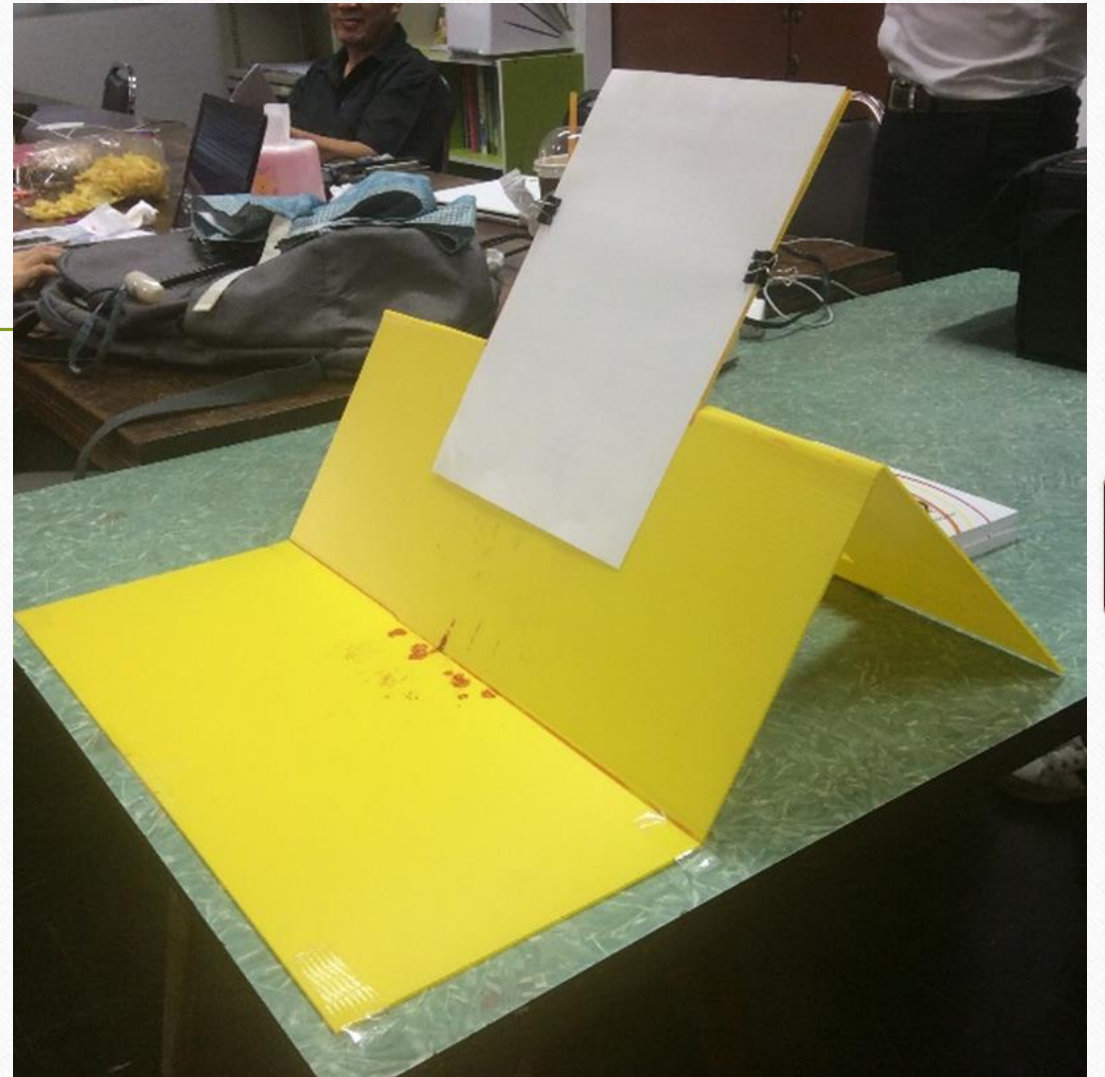




# TRY OUT #3

## Bloodstains กับ impact angles

- ออกแบบการทดลองเพื่อสร้าง bloodstains ที่มุมตกกระทบต่าง ๆ โดยอาศัยพื้นเอียงที่ให้มา
- สำหรับที่มุมตกกระทบหนึ่ง ๆ วัดขนาดความกว้างและความยาวของ bloodstain เพื่อนำมาคำนวณหามุมตกกระทบ โดยใช้ความสัมพันธ์  
$$\text{impact angle} = \sin^{-1}(\text{width}/\text{length})$$
- วาดกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ามุมตกกระทบที่กำหนดกับค่ามุมตกกระทบที่คำนวณได้และสังเกตแนวโน้มระหว่างตัวแปรทั้งสอง



ชุดทดลองเพื่อหาคำนวณหามุมตกกระทบจากราบเลือดที่เกิดขึ้นบนพื้นเอียง

# Demonstration

## Bluestar Forensic

---

- Bluestar Forensic เป็นชื่อทางการของสารเคมีที่ใช้ในการค้นหาคราบเลือด โดยอาศัยปรากฏการณ์ chemiluminescence
- Bluestar Forensic เหมาะกับการใช้ค้นหาบริเวณที่ผู้ตรวจพิสูจน์คาดว่าจะพบคราบเลือด ถึงแม้ว่าบริเวณจะถูกทำความสะอาดและไม่สามารถมองเห็นคราบเลือดได้ด้วยตาเปล่า
- ปฏิกริยาระหว่าง hemoglobin ในคราบเลือดกับ Bluestar forensic ทำให้เกิดการเรืองแสงสีฟ้าในช่วงความยาวคลื่น 420 – 440 nm ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้โดยไม่ต้องจัดสถานที่ให้มีคสนิท
- ปฏิกริยาของ Bluestar forensic กับคราบเลือด ไม่ส่งผลต่อ DNA



การเรืองแสงของบริเวณที่ Bluestar Forensic ทำปฏิกิริยากับ hemoglobin  
ใน bloodstains ณ บริเวณที่เคยถูกทำความสะอาดแล้ว